

**Technická univerzita v Liberci**  
**Fakulta textilní**

**Diplomová práce**

**2010**

**Bc. Zdeňka Blahová**

# **TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

## **FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: N3108 – Průmyslový management  
Studijní obor: 3106T014 – Produktový management – Textil

### **Vliv kvality plošných textilních útvarů a jejich skladby na vlastnosti čalouněného nábytku**

### **The influence of quality of surface textile units and their composition on the properties of upholstered furniture**

Bc. Zdeňka Blahová

KHT – 001

**Vedoucí diplomové práce: Ing. Hana Pařilová, PhD.**

**Rozsah práce:**

Počet stran textu:	60
Počet obrázků:	37
Počet tabulek:	15

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Zdeňka BLAHOVÁ**  
Studijní program: **N3108 Průmyslový management**  
Studijní obor: **Produktový management - Textil**  
Název tématu: **Vliv kvality plošných textilních útvarů a jejich skladby na vlastnosti čalouněného nábytku**  
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zpracujte teorii ergonomie a správné podpory těla při odpočinku.
2. Vyberte vhodné druhy textilních i netextilních materiálů vrstvených v čalouněném nábytku a zjistěte jejich odpor proti stlačení v závislosti na různých kombinacích.
3. Vyhodnoťte a porovnejte jednotlivé odpory proti stlačení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

**50 - 60 stran**

Forma zpracování diplomové práce:

**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Navrátil, V. Čalúnenie, časť 1. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2001, 80 stran. ISBN 80-228-1085-1**

**Prokopová, H., Štork, V. Čalouněný nábytek. Brno : ERA group spol. s r. o, 2006. 138 stran, ISNB 80-7366-053-9**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Hana Pařilová, Ph.D.**

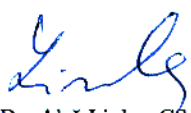
Katedra hodnocení textilií

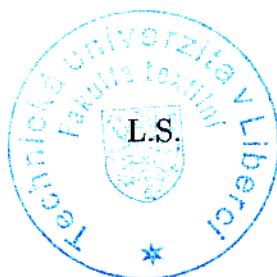
Datum zadání diplomové práce:

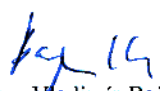
**30. října 2009**

Termín odevzdání diplomové práce:

**3. května 2010**

  
prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.  
děkan



  
Ing. Vladimír Bajzík  
vedoucí katedry

V Liberci dne 30. října 2009

## **Prohlášení**

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Děkuji své vedoucí diplomové práce paní Ing. Haně Pařilové, Ph.D. za odborné vedení a rady, kterými mně umožnila vypracování diplomové práce.

Dále děkuji všem kdo mi poskytli materiál pro uskutečnění experimentální části diplomové práce.

Zvláštní poděkování patří Ing. Janu Breuerovi, Ing. Miroslavě Maršákové, Ph.D., Ing Jaroslavu Hanušovi, Ph.D. a Ing. Vladimíru Kovačičovi za odborné rady při zpracovávání experimentální části diplomové práce.

V neposlední řadě také děkuji své rodině za finanční a psychickou podporu.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá vyhodnocením čalounických skladeb vzhledem k podpoře těla při odpočinku. Pro účel stanovení vlivu jednotlivých vrstev na celkovou čalounickou skladbu byla vytvořena vlastní metoda testování. Metoda je založena na odporu proti stlačení a vtlačení a výpočtu faktoru komfortu z naměřených deformačních průběhů. Závěrem jsou porovnány jednak metody odpor proti stlačení a vtlačení a také jednotlivé čalounické skladby mezi sebou.

## **Klíčová slova**

faktor komfortu, tvarovací materiál, kypřící materiál, odpor proti stlačení, odpor proti vtlačení, podkladový materiál, potahový materiál

## **Abstract**

This thesis deals with the evaluation of upholstery pieces given to support the body at rest. To determine the effect of individual layers to total upholstery composition created its own method of testing. The method is based on the resistance to compression and injection of a comfort factor calculation from measured strain histories. Finally, comparing the method of resistance to compression and injection, and various upholstery pieces among themselves.

## **Keywords**

comfort factor, forming material, lightening material, resistance to compression, resistance to the impress, underlying material

# OBSAH

<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>2 SPRÁVNÁ PODPORA TĚLA PŘI ODPOČINKU.....</b>	<b>12</b>
2.1 Ergonomie.....	12
2.1.1 Sezení.....	12
2.1.2 Požadavky na správný sedací nábytek.....	13
2.1.3 Ležení.....	13
2.1.4 Požadavky na správné lůžko.....	14
2.2 Dekubity – proleženiny.....	14
2.3 Měřicí zátěžová deka.....	15
<b>3 ČALOUNĚNÝ NÁBYTEK.....</b>	<b>17</b>
3.1 Skladba vrstev v čalouněném nábytku.....	17
3.2 Podkladový materiál.....	17
3.3 Tvarovací materiál.....	17
3.4 Kypřicí materiál.....	18
3.5 Separční materiál.....	18
3.6 Potahový materiál.....	18
3.7 Montážní a pomocný materiál.....	18
3.8 Matrace.....	19
<b>4 TVAROVACÍ MATERIÁLY.....</b>	<b>20</b>
4.1 Mechanické vlastnosti pěn z polymerních materiálů.....	20
4.1.1 Typy mechanických vlastností.....	20
4.1.2 Typy zkoušek u mechanických vlastností.....	20
4.1.3 Typy deformačního chování polymerů.....	20
4.2 Vlastnosti materiálů s otevřenými buňkami.....	21
4.2.1 Elasticita.....	21
4.2.2 Hustota.....	21
4.2.3 Prodyšnost.....	21
4.2.4 Tvrdost.....	21
4.3 Latex.....	22
4.4 Polyuretanová pěna.....	22
<b>5 METODY ZJIŠŤOVÁNÍ VLASTNOSTÍ SKLADEB.....</b>	<b>24</b>
5.1 Výběr metody.....	24
5.2 Metody stanovené normou.....	24
5.2.1 Stanovení odporu proti stlačení.....	24
5.2.2 Stanovení tvrdosti vtlačováním.....	25
5.3 Vlastní návrh testovacích metod.....	26
5.3.1 Odpor proti stlačení.....	26
5.3.2 Odpor proti vtlačení.....	27
<b>6 VÝBĚR MATERIÁLU ČALOUNICKÉ SKLADBY.....</b>	<b>28</b>
6.1 Podkladový materiál.....	28
6.2 Tvarovací materiál.....	28
6.3 Kypřicí materiál.....	31
6.3.1 Rouno.....	31
6.3.2 Distanční pletenina.....	31
6.4 Potahový materiál.....	32



<b>7 SESTAVENÍ VLASTNÍCH SKLADEB.....</b>	<b>34</b>
7.1 Jednotlivé části skladby.....	34
7.2 Sestavené skladby.....	35
<b>8 TESTOVÁNÍ ČALOUNICKÉ SKLADBY.....</b>	<b>36</b>
8.1 Postup zkoušky.....	36
8.1.1 Měřicí přístroj.....	36
8.1.2 Sestavení vzorku.....	36
8.1.3 Vlastní měření.....	36
8.1.4 Vlastní zkouška.....	37
8.1.5 Ukládání naměřených dat.....	37
<b>9 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ.....</b>	<b>38</b>
9.1 Postup vyhodnocení.....	38
9.2 Příklad zpracování naměřených dat.....	39
9.3 Výsledky zpracování všech testovaných materiálů a skladeb.....	41
9.3.1 Samotný tvarovací a kypřicí materiál.....	41
9.3.2 Skladba tvarovacího materiálu s potahem.....	42
9.3.3 Skladba tvarovacího materiálu s rounem a potahem.....	43
9.3.4 Skladba tvarovacího materiálu s 3D pleteninou a potahem.....	45
9.4 Vyhodnocení vlivu vrstev ve skladbách.....	51
9.4.1 Vyhodnocení samostatných tvarovacích a kypřicích materiálů.....	51
9.4.2 Vyhodnocení vlivu potahu na skladbu.....	51
9.4.3 Vyhodnocení vlivu kypřicího materiálu na skladbu.....	52
9.4.4 Vyhodnocení faktoru komfortu a deformace při 4 kPa.....	52
9.4.5 Vyhodnocení rozdílů v metodách vtlačení a stlačení.....	52
9.5 Celkové zhodnocení vlivu vrstev ve skladbách.....	53
<b>10 ZÁVĚR.....</b>	<b>57</b>
<b>11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURA.....</b>	<b>58</b>
<b>12 SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>60</b>

## Seznam zkratk a symbolů

apod.	a podobně
atd.	a tak dále
cca	cirka (přibližně)
CSV	Comma-separated values, hodnoty oddělené čárkami
FK	faktor komfortu [-]
IEA	International Ergonomics Association
IF	činitel vtlačení [-]
IFD	Indentation Force Deflection, tvrdost
LI	len
PUR	polyuretan
PVC	polyvinylchlorid
tzv.	takzvaný
VI	viskóza

## Seznam jednotek

θ	[°C]	stupeň celsia	jednotka teploty
d	[m]	metr	jednotka délky
T	[tex]	tex	jednotka jemnosti
t	[s]	sekunda	jednotka času
ρ	[g/m <sup>2</sup> ]		jednotka plošné hmotnosti
ρ	[kg/m <sup>3</sup> ]		jednotka hustoty, objemová hmotnost
P	[mm Hg]	torr	jednotka tlaku
S	[m <sup>2</sup> ]		jednotka plochy
P	[Pa]	pascal	jednotka tlaku
	[kPa/%]		jednotka tvrdosti pěny
v	[mm/min]		jednotka rychlosti
	[-]		bezrozměrné číslo
F	[N]	newton	jednotka síly

## 1 ÚVOD

V dnešní době se klade důraz na kvalitu, správný tvar používaného výrobku, správné využití jeho vlastností a aby lidem zpříjemnil dobu strávenou v jeho společnosti. Mezi tyto výrobky nepochybně patří i nábytek určený pro odpočinek např. lůžko nebo židle. Výrobky mohou být složeny z různých druhů textilních i netextilních materiálů. Ty spolu vytváří skladbu, jejímž cílem je zajištění příjemného a pohodlného odpočinku. Složením čalounické skladby v nábytku se zabývá i norma [1]. Mezi základní materiály používané při výrobě těchto výrobků jsou podle normy řazeny následovně: podkladový, tvarovací, kypřicí, potahový a montážní materiál.

Na jednotlivých druzích materiálů jsou prováděny zkoušky, aby byly zajištěny správné vlastnosti používaných materiálů. Nejvíce testů je prováděno na tvarovacím materiálu, kterým jsou pěny různých tvrdostí např. latexová nebo polyuretanová pěna. Jedná se např. o zkoušky podle časového režimu namáhání a způsobu namáhání a to statické/dynamické nebo tahové/tlakové [2]. Prováděné základní zkoušky jsou uvedeny v normách [3, 4].

Součástí správného tvaru výrobku je i dodržení správné velikosti výrobku. Pro splnění této podmínky je důležité pochopit fyziologii a antropometrii lidské postavy, kterou se zabývá [5, 6]. Tato problematika je zahrnuta v rámci ergonomie lidské postavy. Odpovědi na otázky týkající se ergonomie nalezneme v [7, 8]. Do správné velikosti výrobku se řadí především jeho délka, šířka a výška [9].

Cílem testování, je zjistit, vliv jednotlivých vrstev na vlastnosti celkové skladby. Nejprve je vybrána metoda měření. Metoda by měla reagovat na jednotlivé vrstvy čalounických skladeb a zároveň napodobovat pohyb lidského těla při používání čalouněného nábytku. Následuje výběr vhodného ukazatele, pro porovnání jednotlivých čalounických skladeb a porovnání metod měření. Je vyhodnoceno, zda jsou jednotlivé metody vhodné na testování a jestli vybraný ukazatel je vhodný pro porovnání jednotlivých skladeb. Vybraná metoda a stanovený ukazatel jsou použity na konkrétní sestavené skladby. Jsou vyhodnoceny vlivy jednotlivých vrstev na vlastnosti celkové čalounické skladby.

## **2 SPRÁVNÁ PODPORA TĚLA PŘI ODPOČINKU**

Odpočinek tvoří velkou část lidského života a je třeba se mu věnovat. Je součástí každodenního koloběhu. Jednou z možností, jak strávit dobu odpočinku, je na čalouněném nábytku (křeslo, postel). Práce se zabývá čalounickými skladbami a vlivem jednotlivých vrstev na celkové vlastnosti skladby a tím i výsledného čalouněného výrobku.

Díky ergonomii můžeme nalézt vlastnosti čalounických skladeb, které mají vliv na komfort odpočinku. Komfort může být měřen pomocí tzv. faktoru komfortu (FK), který vychází z měření deformační křivky testované skladby. Způsob měření je objektivní, nemusí se shodovat se subjektivním pocitem komfortu pro danou skladbu.

### **2.1 ERGONOMIE**

Pojem ergonomie byl uměle vytvořen. Vznikl spojením dvou řeckých slov – *ergon* (práce) a *nomos* (zákon, pravidlo).

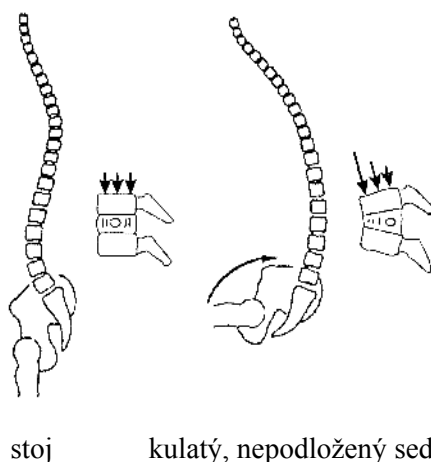
Na svém počátku se ergonomie zabývala převážně výrobou, tvarem nástrojů a strojů. V dnešní době jde o celkové řešení tvorby pracovního prostředí. Zahrnuje v sobě a zároveň se opírá o všechny obory, zabývající se lidskou činností. Využívá poznatků pracovního lékařství, hygieny práce, epidemiologie, nemocí z povolání, civilizačních nemocí, sociologie, sociálního lékařství, obecné psychologie, psychologie práce, pracovní fyziologie a statistiky.

Mezi základní oblasti ergonomie, které se týkají komfortu odpočinku, patří fyzická ergonomie a užitná antropometrie a biomechanika. Fyzická ergonomie se zabývá vlivem prostředí na lidské zdraví. Užitná antropometrie a biomechanika poskytuje základní údaje o tělesných rozměrech a informace o fyzických parametrech pohybů těla [7].

#### **2.1.1 Sezení**

Je jedno zda při sezení vykonáváme pracovní činnost nebo jenom odpočíváme. Základy správného sezení a požadavky na funkčnost sedacího nábytku jsou stejné. V současnosti přibývá profesí, které jsou vykonávány v sedě. Více volného času se také tráví např. sledováním televize. Ze zdravotního hlediska dlouhodobé zatížení pohybového ústrojí a páteře přináší řadu negativních projevů. Jedná se především o špatné držení těla, přetížení svalového a vazivového systému a ovlivnění působení tlaků na meziobratlové ploténky. Z uvedených negativ vyplývají různé zdravotní potíže např. bolesti zad. I přes všechna svá negativa, je sezení charakterizováno nižším energetickým výdejem, nižším zatížením dolních končetin, nižší únavností a kladou se nižší nároky na oběhový systém. Pro minimalizaci uvedených negativ, které způsobuje sezení se uplatňují ergonomické požadavky na správný tvar a rozměr sedacího nábytku.

Při sezení se věnuje velká pozornost páteři, která je oporou celého těla. Na obrázku 2.1 je vidět, co se děje s páteří při sezení oproti poloze ve stoje. V oblasti hrudní páteře dochází k vyklenutí dozadu (kulatá záda) a krční páteř se předsunuje dopředu. Nesprávné kulaté držení těla se ještě vyznačuje předsunutým držením ramen, omezeným dýcháním, stlačením břišních orgánů a přetížením některých svalů a vazů [7].



*Obrázek 2.1: Držení páteře ve stoje a v sedě [7]*

### **2.1.2 Požadavky na správný sedací nábytek**

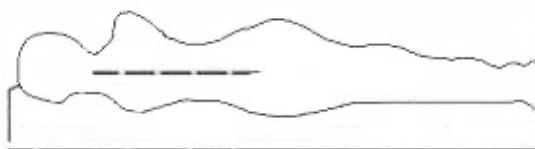
Základem každé pracovní činnosti nebo odpočinku je správně zvolené sedadlo, které umožňuje správnou podporu těla. Konstrukce sedacího nábytku má za úkol respektovat tělesné rozměry, anatomické, fyziologické a biomechanické aspekty pohybového ústrojí. Jednotlivé parametry sedacího nábytku mohou ovlivnit pracovní výkon a dokonce i odpočinek. Základní ergonomické požadavky kladené na sedací nábytek jsou především stabilita a bezpečnost. Dále jsou to vhodné vlastnosti např. materiál, čalounění, barva a trvanlivost. Mělo by být zaručeno tlumení prudkého sedu, které je řešeno např. měkkým odpružením sedadla i v nejnižší poloze sezení.

Správné řešení sedací plochy má za úkol snížit statickou zátěž, napomáhat správnému držení pánve a páteře, zajistit stabilitu a umožnit změnu polohy těla [7].

### **2.1.3 Ležení**

Ležení je další možností jak příjemně strávit odpočinek, celkově asi jednu třetinu lidského života jedinec prospí. Lůžko slouží jednak k bdělému odpočinku, kdy se osoba na lůžko tzv. „natáhne“ nebo ke spánku. Je dokázáno, že se zdravý, dospělý člověk přetočí za jednu noc až 45krát. Ze zdravotního hlediska by páteř měla být při ležení ve vodorovné poloze bez nepřirozeného zakřivení. Tím se tlak na meziobratlové ploténky minimalizuje a prokrvení okolních tkání je optimální.

Dále musí být vždy podepřena bederní část. Nesmí se zapomenout na podepření krční páteře. Na obrázku 2.2 je možno vidět správný tvar páteře při odpočinku. Pokud tyto podmínky nejsou splněny, dochází k fyzickému a psychickému nevyspání. Příčinou fyzického nebo psychického nevyspání je nevhodná poloha při odpočinku, špatný rozměrem lůžka a samozřejmě špatná čalounická skladba [10].



*Obrázek 2.2: Správný tvar páteře v horizontální poloze [11]*

#### **2.1.4 Požadavky na správné lůžko**

Na ležací nábytek jsou kladeny různé požadavky. Jednak to je konstrukce lůžka, která má za úkol respektovat tělesné rozměry, anatomické, fyziologické a biomechanické aspekty pohybového ústrojí. Velikost lůžka je závislá na věku spotřebitele. Lůžko musí zajistit správné držení těla neboli fyziologické zakřivení páteře. Je doporučeno každý výrobek konstruovat individuálně. Ve vztahu k uživateli je důležité při konstrukci vycházet z těchto údajů: *pohlaví, věk, hmotnost, výška postavy*. Mezi základní důležité parametry lůžka patří délka lůžka, šířka lůžka a výška lůžka.

*Dalšími požadavky na lůžko* je vhodná matrace, která minimalizuje vznik proleženin, viz kapitola 2.2. Musí být zajištěn tepelný komfort neboli prodyšnost, jako je absorpce potu a jiných tekutin. Tato funkce lůžka je zajištěna vhodným pružným nebo nepružným nosným materiálem (lamelový rošt, pevná deska). Z matrace ani z nosného materiálu se nesmějí uvolňovat žádné chemikálie zdraví škodlivé. Potahové materiály musí být odolné proti působení fyziologických tekutin např. sliny, pot a nesmějí vyvolávat alergické reakce [9].

## **2.2 DEKUBITY – PROLEŽENINY**

Dlouhodobým ležením nebo sezením může mít za následek vznik dekubitů neboli proleženin.

*Dekubity* jsou známy jako proleženiny, prosezeniny, tlakové léze nebo vředy. Uvedené pojmy popisují rány vyvolané tlakem. Velikost dekubitu je ovlivněna intenzitou působení tlaku, dobou působení tlaku, který způsobuje poruchy prokrvení daného místa, celkovým zdravotním stavem pacienta a vnějšími podmínkami okolního prostředí.

*Normální fyziologická odezva na stlačení* je přirozená. Působením vysokého tlaku, který je po krátké době odstraněn je pro tělo normální fyziologický proces. Během doby odlehčení od působení tlaku dochází k roztažení cév a opakovatelnému okysličení tkání.

*Vznik dekubitu* závisí na velikosti kontaktního tlaku schopného způsobit uzavření cév a je závislý na tlaku tělesných tekutin (krve nebo lymfy). Tělesné tekutiny v nich proudí a měří se v mm Hg. V případě vyššího působení tlaku na tkáň než je normální krevní tlak v kapilárách, tj. 4,27 kPa neboli 32 mm Hg – torrů (1 torr = 133 Pa), dochází k zástavě proudění krve. Následkem toho je poškození až odumření tkání ležících mezi kostní vyvýšeninou a pokožkou. Stlačení nebo deformace podkožních tkání, krevních a lymfatických cév brání zásobování krví, kyslíkem a živinami udržujícími životaschopnost tkání.

V leže u zdravého člověka jsou nejvyššími tlakovými body kosti křížové, hýždě a paty, kde se tlak pohybuje v rozmezí 40–60 mm Hg s přiměřenou tělesnou váhou a výškou.

Vzniku dekubitů lze předcházet použitím speciálním podpurným povrchem, který přerozdělují tlak působící na tkáň. Optimální povrch určený k podpírání těla by měl být takový, aby zaručoval snižování tlaku na tkáň. Z tohoto hlediska lze antidekubitní matrace rozdělit na pasivní a aktivní [12].

### **2.3 MĚŘÍCÍ ZÁTĚŽOVÁ DEKA**

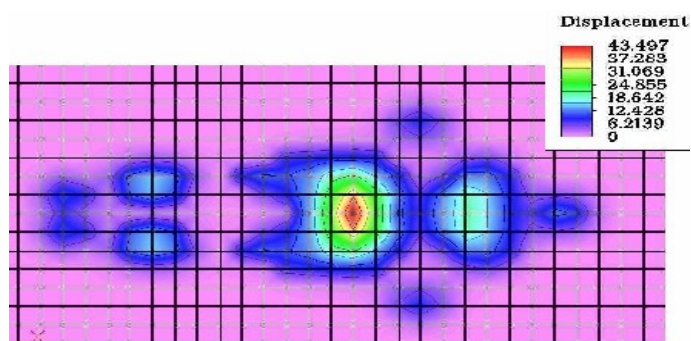
Snaha odstranit možné zdravotní problémy způsobené špatnou volbou materiálové skladby matrace vedla k vytvoření zátěžové měřicí deky a počítačového programu na zpracování dat.

*Zátěžová měřicí deka* v sobě obsahuje hustou síť senzorů reagující na tlak částí lidského těla. Výsledky měření lze vyhodnotit ve formě indexu plošného působení tlaku (Pressure Area Index - PAI). Index PAI určuje procentuální poměr čidel, překračujících prahovou hodnotu tlaku, k celkovému počtu zatížených čidel. Prahová hodnota tlaku může být například 30, 20 a 10 mm Hg – torrů (1 torr = 133 Pa).

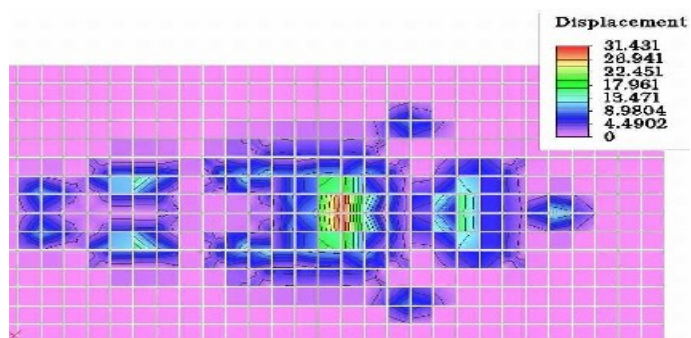
*Příklad:* PAI ve výši 50 % pro 30 mm Hg znamená, že na 50 % těla působí tlak nižší, než je prahová hodnota 30 mm Hg. Čím je vyšší PAI, tím lepší je poskytované snížení tlakové zátěže [12].

Jednotlivé senzory reagují na tlak vyvíjený lidským tělem a snímají data do počítače, k němuž je zátěžová měřicí deka připojena. Počítačový program umožňuje zpracování naměřených dat, která vyhodnotí zobrazením barevného obrazu těla dané osoby.





a)



b)

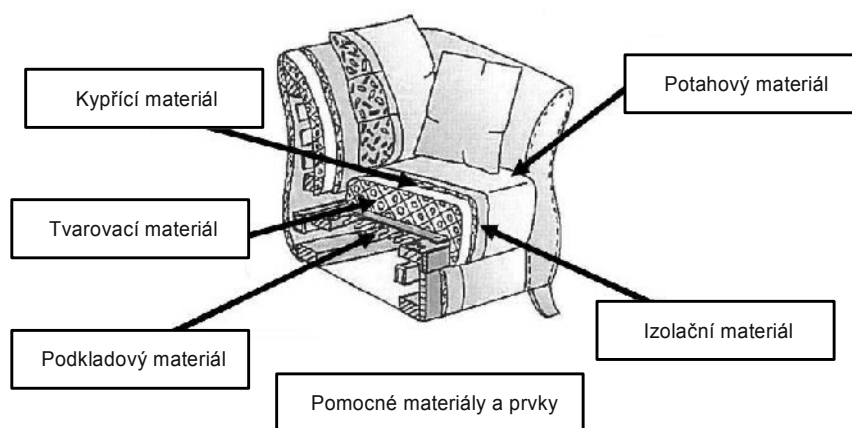
Obrázek 2.3: Ukázka rozložení tlaků na matraci s a) vysokou a b) nízkou tvrdostí, hodnoty tlaku jsou v jednotkách [mm Hg] [11]

Provádí se i měření při otáčení osob při spánku, pro zjištění jak se jednotlivé tlaky mění v průběhu spánku. Matrace by měla splňovat následující základní požadavky: *udržovat vhodnou teplotu, absorbovat páry a pot a zajistit komfort při spánku.*

### 3 ČALOUNĚNÝ NÁBYTEK

#### 3.1 SKLADBA VRSTEV V ČALOUNĚNÉM NÁBYTKU

Při výrobě čalouněného výrobku je použito několik druhů textilního a netextilního materiálu, který tvoří skladbu hotového výrobku. Je jedno, zda se vyrábí čalouněný sedací nábytek např. židle, křeslo nebo polohovací nábytek – postel, v základu se používá stejný materiál. Uvedené druhy materiálů mohou plnit více funkcí. Materiál na výrobu můžeme rozdělit do několika skupin [1]: *podkladový materiál, tvarovací materiál, kypřicí materiál, separační materiál, potahový materiál, montážní a pomocný materiál*



Obrázek 3.1: Druhy materiálů v čalounické skladbě [13]

#### 3.2 PODKLADOVÝ MATERIÁL

Podkladový materiál vytváří základní tvar výrobku, který může být dřevěný, kovový z plastické hmoty nebo vytvořen kombinací uvedených materiálů. Součástí nosného podkladu je nosný materiál jehož hlavním cílem zajistit propouštění vzduchu a vlhkosti pomocí opatřených otvorů na svém povrchu. Nosný materiál se dělí na pružný (pružiny, lamely) a nepružný (pevná deska) [9, 14]. Pro účely experimentální části byl vybrán nepružný nosný podklad - pevná děrovaná deska, viz kapitola 6.1.

#### 3.3 TVAROVACÍ MATERIÁL

Tvarovací materiál umožňuje vytvoření požadovaného tvaru výrobku. Může být složen ze dvou a více tvarovacích materiálů. Pro tvarování se využívá přírodních vláken rostlinných (kokosové vlákno), živočišných (husí peří), z chemických vláken jde především o vláknité (pryžožíne, pryžokokos), pěnové (PUR pěny, pěnové pryže) nebo

rouna (polyesterová, polypropylenová) [9, 14]. Pro účely experimentální části byl vybrán tvarovací materiál z polyuretanu a latexu, viz kapitola 6.2.

### **3.4 KYPŘÍCÍ MATERIÁL**

Kypřicí materiál změkčuje výrobek. Vrstva kypřicího materiálu se pokládá na tvarovací vrstvu. Je tvořena z jednoho a více kypřících materiálů. Pro kypření výrobku se využívá přírodních vláken rostlinných (vata tabulová nebo trhaná), živočišných (žíně, peří, které se vkládá do předem ušitých komor z hustého plátna nebo netkané textilie, vlna, velbloudí srst), z chemických vláken pěnové (z PUR pěny), rouna (polyesterová, polypropylenová) [9, 14]. Pro účely experimentální části byly vybrány dva kypřicí materiály, jednak 3D pletenina a rouno, viz kapitola 6.3.

### **3.5 SEPARAČNÍ MATERIÁL**

Separační materiál zajišťuje oddělení jednotlivých vrstev čalouněného materiálu od sebe, aby nedocházelo k prolínání vrstev. Mezi separační materiály patří jutové textilie (tvarové plátno, netkané rouno), síťoviny, technické textilie (molino, koudelové plátno). Dále se jedná o separační úplety, které slouží k oddělení tvarovací vrstvy od potahového materiálu [9, 14]. Pro účely experimentální části nebyl separační materiál použit.

### **3.6 POTAHOVÝ MATERIÁL**

Potahový materiál dotváří výsledný vzhled výrobku. Jeho barva, vzor, vazba rozhoduje o tom, kdo si jej koupí. Na potahový materiál jsou kladeny různé požadavky: *barevnost, trvanlivost, snadná údržba, vazba, pevnost*.

Uvedené vlastnosti určují použití potahového materiálu, zda je materiál vhodný na občasné použití, nebo na každodenní zátěž v domácnosti. Potahový materiál je textilní (tkaný, pletený, netkaný), netextilní (useň, kožešina, koženka) [9, 14]. Pro účely experimentální části byly vybrány dva potahové materiály s odlišnými vlastnostmi pro porovnání, jejich vlivu na skladbu, viz kapitola 6.4.

### **3.7 MONTÁŽNÍ A POMOCNÝ MATERIÁL**

Montážní materiál slouží ke spojení nosného materiálu, tvarovacího materiálu, kypřicího materiálů, izolačního materiálu, separačního materiálu a potahového materiálu a vytvoření jednoho celku–výrobku. Montážní prvky slouží také k fixování, ozdobení, výrobku. Mezi montážní materiály patří fixační a spojovací materiál (kovový, nekovový), prošívací a šicí materiály (přírodní, chemické), montážní prvky (kolíky, šrouby, kování).

*Pomocný materiál* zajišťuje pevnost spoje při montáži výrobku, ozdobení hotového výrobku a zajištění neponíčení hotového výrobku při skladování, manipulaci. Pomocným materiálem jsou lepidla (přírodní, syntetická), ozdobné prvky (prýmky,

tkanice), balicí materiál (papírový, kartónový, textilní, polyetylenové pytle [9, 14]. Pro účely experimentální části byl vybrán montážní materiál v podobě jehel ze sponkovacího strojku o výšce 12 mm.

### **3.8 MATRACE**

Matrace mohou být složeny z jednotlivých vrstev tvarovacího, kypřicího, separačního, potahového a montážního materiálu. Matrace jsou vyráběny z jednoho nebo více typů tvarovacího materiálu. Použitím více typů tvarovacího materiálu jsou vyráběny matrace o různém počtu zón (1, 3, 5, 7), které zajišťují správnou podporu těla při odpočinku. Matrace opatřené 7 zónami jsou považovány za nejkvalitnější. Jedním z úkolů matrace je minimalizace vzniku dekubitů uvedených v kapitole 2.2.

## **4 TVAROVACÍ MATERIÁLY**

Součástí čalounické skladby jsou tvarovací materiály. Jedná se např. o pěny z polymerních materiálů (polyuretan nebo latex). Struktura pěn je dána chemickou reakcí, při které dochází k rozpínání materiálu. Při této reakci dochází k praskání vznikajících bublin uvnitř materiálu. Vzniká tak pěna s otevřenými buňkami [15].

### **4.1 MECHANICKÉ VLASTNOSTI PĚN Z POLYMERNÍCH MATERIÁLŮ**

Jedná se o vlastnosti, které jsou důležité pro materiály s otevřenými buňkami. Tyto vlastnosti popisují schopnost tělesa změnit tvar a případně i objem. Změna tvaru a objemu nastává v důsledku působení vnějších mechanických sil jako je např. tah, tlak, smyk, krut. Při působení vnějšími silami, je v tělese vyvoláváno napětí  $P$ , které vede ke vzniku deformace  $\varepsilon$ . Napětí je vyjádřeno vztahem:

$$P = \frac{F}{S} \quad (1)$$

kde  $P$  je napětí v [Pa],  $F$  je síla v [N] a  $S$  je plocha v [m<sup>2</sup>]

#### **4.1.1 Typy mechanických vlastností**

Účinky vnějších sil se dělí na deformační (elastické, viskoelastické a plastické) a destrukční (pevnost a odolnost v oděru). Časový režim namáhání může být statický nebo dynamický. Stav napjatosti může být jednoosý a víceosý. Způsob namáhání může být v tahu, smyku, tlaku, krutu nebo ohybu.

#### **4.1.2 Typy zkoušek u mechanických vlastností**

Při testování polymerních materiálů se během zkoušek mohou měnit základní tři veličiny: napětí  $P$ , deformace  $\varepsilon$  a rychlost deformace  $\dot{\varepsilon}$ . Podle výběru jedné z uvedených veličin za konstantní hodnotu se rozlišují následující typy zkoušek:

- zkouška s konstantní deformační rychlostí  $\dot{\varepsilon} = \text{konstantní}$
- zkoušky s konstantním napětím  $P = \text{konstantní}$
- zkoušky s konstantní deformací (relaxace napětí)  $\varepsilon = \text{konstantní}$ .

#### **4.1.3 Typy deformačního chování polymerů**

U polymerů v pevném stavu lze nalézt tři typy deformačních jevů. Jedná se o elastický, viskoelastický a plastický jev. Elastická deformace je okamžitá, časově nezávislá a dokonale vratná. V praxi se skoro nevyskytuje. Viskoelastická deformace je dokonale vratná, ale doba návratu je různě dlouhá. Plastická deformace je časově závislá a dokonale nevratná [2].

Deformační křivky pěn použitých v sestavených čalounických skladbách, viz kapitola 7 byly ve viskoelastickém tvaru. Skladby byly dynamicky testovány na deformační účinek v jednom směru při konstantní deformační rychlosti.

## **4.2 VLASTNOSTI MATERIÁLŮ S OTEVŘENÝMI BUŇKAMI**

### **4.2.1 Elasticita**

*Elasticita* je definována jako vyvození mezi deformačním tlakem a silou, kterou proti němu působí pěna, aby se vrátila do své výchozí polohy. Dochází zákonitě ke ztrátě energie, tzn., že při stlačení a opětovném uvolnění se pěna vrací do původního tvaru s určitým zpožděním. Čím menší je toto zpoždění, tím má pěna vyšší elasticitu (sílu odpružení). Čím elastičtější pěna byla použita na čalounění, tím pohodlněji a méně namáhavěji se vstává ze sedačky nebo je umožněn lepší pohyb na matraci.

### **4.2.2 Hustota**

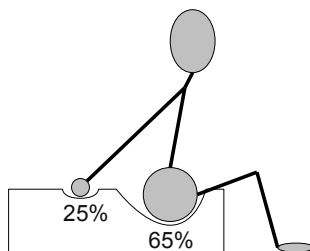
*Hustota* se vyjadřuje v  $[\text{kg/m}^3]$  a ovlivňuje životnost a podporu pěny. Je do určité míry určující pro odolnost pěny a tedy i pro její kvalitu. Čím vyšší se hustota polymeru se použije při výrobě, tím nižší jsou její trvalé deformace při dynamickém namáhání. Z tohoto důvodu se na více namáhané části nábytku např. sedáky a lehací plochy, doporučuje používat pěny s vyšší hustotou. Hustota je přímo závislá na množství použitelného materiálu. Čím vyšší hustoty má být dosaženo tím více materiálu musí být použito.

### **4.2.3 Prodyšnost**

*Prodyšnost* je závislá na počtu a tvaru membrán jednotlivých buněk. Čím je membrán méně, tím jsou buňky otevřenější a materiál prodyšnější. Prodyšnost pěn je důležitá z hlediska hygieny, neboť umožňuje cirkulaci vzduchu uvnitř materiálu a tím jeho větrání. Působí také na elasticitu pěny. Vytlačování vzduchu z buněk při stlačování pěny a nasávání vzduchu při vracení se do původního tvaru.

### **4.2.4 Tvrdost**

*Tvrdost (Indentation Force Deflection – IFD)* je odpor pěny či hodnota tlaku, který musí být vyvinut, aby byla pěna stlačena na určitou procentuální hodnotu původní výšky. Tvrdost pěny  $[\text{kPa}/\%]$  je nezávislá na hustotě, ale je závislá na výrobním postupu. Dlouhodobým dynamickým namáháním dochází u pěny ke ztrátě tvrdosti, tím pěna ztrácí svou trvanlivost. Ztráta je mnohem výraznější a intenzivnější u pěny tvrdší než u pěny měkčí [13].



Obrázek 4.1: Znáznornění podpory těla materiálem [9]

Tvrdost je měřena při zatížení vzorku o 25 % a 65 % původní výšky. Při 65% deformaci se jedná o tzv. *podpůrný faktor*. Je možno vyrobit materiál, který bude mít nízkou hodnotu IFD a při tom bude mít vysoký podpůrný faktor. Z toho vyplývá, že při usedání na tuto pěnu bude působit měkce, ale po úplném zatížení se materiál neproboří až na pevný podklad, viz obrázek 4.1, jedná se o faktor komfortu (FK). Vzorec pro výpočet komfortu [15]:

$$FK = \frac{F_{65}}{F_{25}}, \quad (2)$$

kde  $F_{25}$  je hodnota získaná při 25% deformaci (stlačení nebo vtlačení) [N],  $F_{65}$  je hodnota získaná při 65% deformaci (stlačení nebo vtlačení) [N]. Z uvedeného výpočtu se získala hodnota faktoru komfortu [-].

### 4.3 LATEX

Latex nepatří mezi PUR pěny. Základním materiálem pro výrobu pěny je přírodní kaučuk, syntetický kaučuk nebo jejich kombinace. Přírodní kaučuk je bílá kapalina, získává se ze stromu nazývaného kaučukovník. Vzhledem omezeným přírodním zdrojům je vyráběn syntetický kaučuk. Latexová pěna se vyrábí z kaučuku procesem vulkanizace při teplotě 115°C. V průběhu vulkanizace se vytváří molekulární vazby a formuje se výsledný tvar pěny [15].

### 4.4 POLYURETANOVÁ PĚNA

Jedná se o jeden z nejuniverzálnějších materiálů organického původu, který byl vynalezen. Využití polyuretanové (PUR) pěny je v různých oblastech průmyslu, výroby, přepravy jako např. obalový, výztužný, výplňkový materiál, atd. Nabízí jedinečnou kombinaci tvaru a funkce, jde o lehký materiál, který je odolný proti plísním, nezpůsobuje alergické reakce a tlumí zvuk. Výhodou PUR pěn je možnost výroby v různých objemových hmotnostech (hustota).

Při označování PUR pěn se využívá uvedených vlastností. Na jednotlivých typech PUR pěn jsou vyjádřeny údaje výrobcem. Je zde uveden příklad značení od firmy Gumotex a.s.: *Příklad značení: N 1820*

N	písmenové označení typu PUR pěny výrobcem
18	hustota PUR pěny v [kg/m <sup>3</sup> ]
20	hodnota odporu proti stlačení při 40 % vynásobená 10 v [kPa] odpor proti stlačení se řídí dle norem ČSN EN ISO 3386-1, DIN EN ISO 3386-1

U PUR pěny se hodnotí tři hlavní vlastnosti: *Podpora*, pěna musí být schopna podporovat danou váhu, která se na ni pokládá. *Komfort*, pěna musí zaručit uživateli odpružení a pohodlné používání. *Trvanlivost* se u pěny hodnotí tak, že po ukončení působení zatěžování se vrátí do původní výšky bez ztráty vlastností [15]. Uvedené vlastnosti PUR pěn jsou testovány různými metodami. Ty které jsou stanoveny normou, jsou uvedeny v bodě 5.2.



## 5 METODY ZJIŠŤOVÁNÍ VLASTNOSTÍ SKLADEB

### 5.1 VÝBĚR METODY

Sestavené čalounické skladby, viz kapitola 7 měly být testovány pomocí metod, které nejvíce napodobují zatěžování skladby lidským tělem. Průzkumem platných norem, viz kapitola 5.2, bylo zjištěno, že tímto problémem se zabývají normy *odpor proti stlačení* [3] a *odpor proti vtlačení* [4]. Uvedené normy však řeší pouze samostatné pěny s otevřenými buňkami, používané pro výrobu matrací, viz kapitola 5.2. Pomocí již známých norem, byly vytvořeny vlastní metody, viz kapitola 5.3. Čalounické skladby byly testovány vytvořenými metodami a vypočítán faktor komfortu, viz kapitola 4.2.

### 5.2 METODY STANOVENÉ NORMOU

Před samotným testováním byl proveden průzkum platných norem. V následujících bodech jsou popsány postupy uváděné normami.

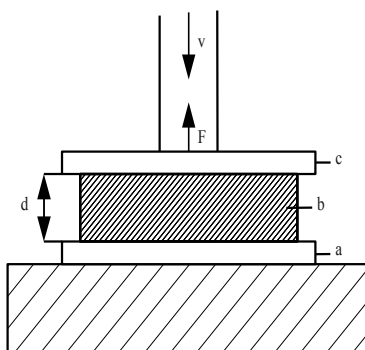
#### 5.2.1 Stanovení odporu proti stlačení

Působícím tělesem je stlačovací deska, která je větší než zkušební těleso. Povrch stlačovací desky je hladký, rovný, plochý, ale ne leštěný a rovnoběžný s podložkou, viz obrázek 5.1.

Testovaný vzorek se stlačuje rychlostí 100 mm/min. Uvedené stlačování se provádí 3krát za sebou, vždy o 70 % původní tloušťky. Při 4. cyklu se odečítá síla v newtonech při předepsané deformaci. V závěrečném cyklu je možné měřit víc hodnot pro různé deformace. Pro vyhodnocení metody se používá výpočet odporu proti stlačení podle vzorce:

$$CC_{xx} = 1000 \cdot \frac{F_{xx}}{A}, \quad (3)$$

kde  $CC_{xx}$  je odpor proti stlačení při stlačení o xx %,  $F_{xx}$  je síla zaznamenaná při čtvrtém zatěžovacím cyklu při stlačení o xx % [N],  $A$  je plocha povrchu zkušebního tělesa [mm<sup>2</sup>]. Pro  $F_{40}$  vyjde hodnota napětí v tlaku  $CV_{40}$  [kPa] [3].



*Obrázek 5.1: Schématické znázornění jednotlivých částí při zkoušce - odpor proti stlačení: a-spodní čelist, b-testovaný vzorek, c-horní čelist, d-výška testovaného vzorku, v-směr a rychlost stlačování, F-směr působící síly proti stlačení*

### **5.2.2 Stanovení tvrdosti vtlačováním**

Cílem je měření síly potřebné k dosažení určeného vtlačení při stanovených podmínkách. Měří se index tvrdosti, charakteristika tvrdosti a ověření tvrdosti. Norma je určena pro latexové, uretanové a PVC pěny s otevřenými buňkami. Působící těleso má kulatý tvar o  $\varnothing$  200 mm, spodní povrch je hladký, ale ne leštěný, viz obrázek 5.2.

U testovaného vzorku se nejprve provede úvodní vtlačování. Pokud je vzorek opatřen dutinami, tak se orientují směrem k desce. Provede se měření tloušťky při působící síle 5 N. Úvodní vtlačování se provádí 3krát za sebou, vždy o 70 % původní tloušťky. Po úvodním vtlačování je možno provést několik měření:

#### ***Index odolnosti proti vtlačení (metoda A)***

Vtlačovací těleso klesne o 40 %. V poloze setrvá 30 sekund. Po této době se změří síla. Výsledkem je naměřená síla při daném vtlačení.

#### ***Charakteristika odolnosti proti vtlačení (metoda B)***

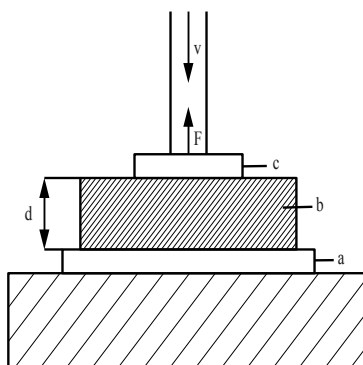
Vtlačovací těleso klesne o 25 %, 40 % a 65 %. V každé poloze setrvá 30 sekund. Po této době se změří síla v newtonech. Výsledkem jsou činitelé vtlačení (IF), které se spočítají jako:

$$IF_{25} = \frac{F_{25}}{F_{40}}, \quad IF_{65} = \frac{F_{65}}{F_{40}}, \quad (4, 5)$$

kde  $F_{25}$  je hodnota získaná při 25% vtlačení [N],  $F_{40}$  je hodnota získaná při 40% vtlačení [N] a  $F_{65}$  je hodnota získaná při 65% vtlačení [N].

### **Ověření odolnosti proti vtlačení (metoda C)**

Metoda je schodná s metodou A. Měření se provádí okamžitě po dosažení vtlačení. Výsledkem je naměřená síla při daném vtlačení [4].



*Obrázek 5.2: Schématické znázornění jednotlivých částí při zkoušce - odpor proti vtlačení: a-spodní čelist, b-testovaný vzorek, c-horní čelist, d-výška testovaného vzorku, v-směr a rychlost vtlačování, F-směr působící síly proti vtlačení*

## **5.3 VLASTNÍ NÁVRH TESTOVACÍCH METOD**

Vlastní metoda testování čalounických skladeb byla sestavena kombinací metod uvedených v normách v kapitole 5.2. Ze získaných dat byl vypočítán faktor komfortu (FK) uvedený v kapitole 4.2 a zjištěno procento deformace při hodnotě 4 kPa, kterou lékaři uvádějí jako maximální možný působící tlak na tělo, aby nedošlo ke vzniku dekubitů

### **5.3.1 Odpor proti stlačení**

K měření odporu proti stlačení byl použit přístroj Dynamometr TIRATEST 2300. Rychlost pohybu čelisti byla 100 mm/min. Přesnost měření síly byla 0,08 N. Přesnost měření tloušťky zkušebního tělesa byla 0,001 mm.

Materiálem na podložku bylo použito dřevo. Podložka byla pevná, hladká a děrovaná. Otvory na podložce byly o  $\varnothing$  6 mm vzdálenost mezi nimi byly 20 mm, viz příloha 1. Podložka byla větší než testovaná skladba, viz obrázek 5.1. Působícím tělesem byla deska stejného tvaru jako podložka.

Testovaná skladba byla ve tvaru čtverce o hraně  $250 \pm 5$  mm. Tloušťka testovaného skladby závisela na skladbě materiálů, minimálně však 50 mm. Testovaná skladba byla před zkouškou minimálně 16 hodin klimatizována. Teplota okolního prostředí byla v rozmezí  $25 \pm 3$  °C, vlhkost vzduchu  $70 \pm 5$  %, viz obrázek 5.1.

Působící čelist klesla o stanovenou hodnotu 75 % vždy 14krát za sebou. V uvedené poloze setrvala 1 sekundu. Výsledkem měření bylo 14 cyklů síly pro příslušné tlačení. První 4 cykly byly z vyhodnocení vyřazeny. Ze zbylých 10 cyklů byly

vypočítány průměrné síly při 25% a 65% deformaci. Hodnoty sil byly přepočítány na tlaky a dosazeny do vzorce vzorce (6). Z výpočtu se získala hodnota faktoru komfortu [-] uvedeného v kapitole 4.2.

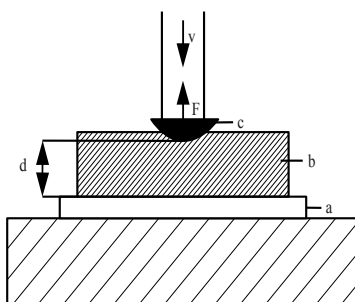
### **5.3.2 Odpor proti vtlačení**

K měření odporu proti vtlačení byl použit přístroj Dynamometr TIRATEST 2300. Rychlost pohybu čelisti byla 100 mm/min. Přesnost měření síly byla 0,08 N. Přesnost měření tloušťky zkušebního tělesa byla 0,001 mm.

Materiálem na podložku bylo použito dřevo. Podložka byla pevná, hladká a děrovaná. Otvory na podložce byly o  $\varnothing$  6 mm vzdálenost mezi nimi byly 20 mm, viz příloha 1. Podložka byla větší než testovaná skladba. Působícím tělesem byl vrchlík s rotačním elipsoidem o  $\varnothing$  89 mm, technický náčrt příloha 2. Povrch vrchlíku byl hladký a leštěný.

Testovaná skladba byla ve tvaru čtverce o hraně  $250 \pm 5$  mm. Tloušťka testovaného skladby závisela na skladbě materiálů, minimálně však 50 mm. Testovaná skladba byla před zkouškou minimálně 16 hodin klimatizována. Teplota okolního prostředí byla v rozmezí  $25 \pm 3$  °C, vlhkost vzduchu  $70 \pm 5$  %, viz obrázek 5.3.

Působící čelist klesla o stanovenou hodnotu 75 % vždy 14krát za sebou. V uvedené poloze setrvala 1 sekundu. Výsledkem měření bylo 14 cyklů síly pro příslušné tlačení. První 4 cykly byly z vyhodnocení vyřazeny. Ze zbylých 10 cyklů byly vypočítány průměrné síly při 25% a 65% deformaci. Hodnoty sil byly přepočítány na tlaky a dosazeny do vzorce vzorce (6). Z výpočtu se získala hodnota faktoru komfortu [-] uvedeného v kapitole 4.2.



*Obrázek 5.3: Schématické znázornění jednotlivých částí při zkoušce - odpor proti vtlačení: a-spodní čelist, b-testovaný vzorek, c-horní čelist, d-výška testovaného vzorku, v-směr a rychlost vtlačování, F-směr působící síly proti vtlačení*

## 6 VÝBĚR MATERIÁLU ČALOUNICKÉ SKLADBY

### 6.1 PODKLADOVÝ MATERIÁL

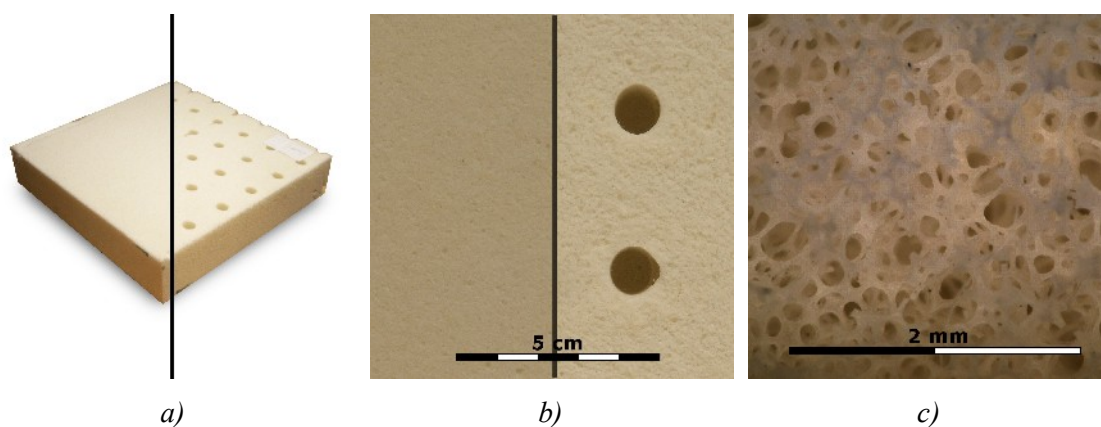
Podkladový materiál tvořila dřevěná deska. Deska byla vybrána z důvodu vytvoření pevného podkladu pro sestavené čalounické skladby. Deska byla ve tvaru čtverce o hraně 260 mm a tloušťce 15 mm. Byla opatřena kruhovými otvory o  $\varnothing$  6 mm. Jednotlivé otvory byly rozmístěny po celé ploše desky. Vzdálenost mezi jednotlivými otvory byla 20 mm, viz příloha 1. Rozměry otvorů, vzdálenosti mezi otvory se řídily normou [3]. Čím více je na ploše desky otvorů nebo jejich rozměr je větší, tím je zaručena lepší prodyšnost materiálové skladby.

### 6.2 TVAROVACÍ MATERIÁL

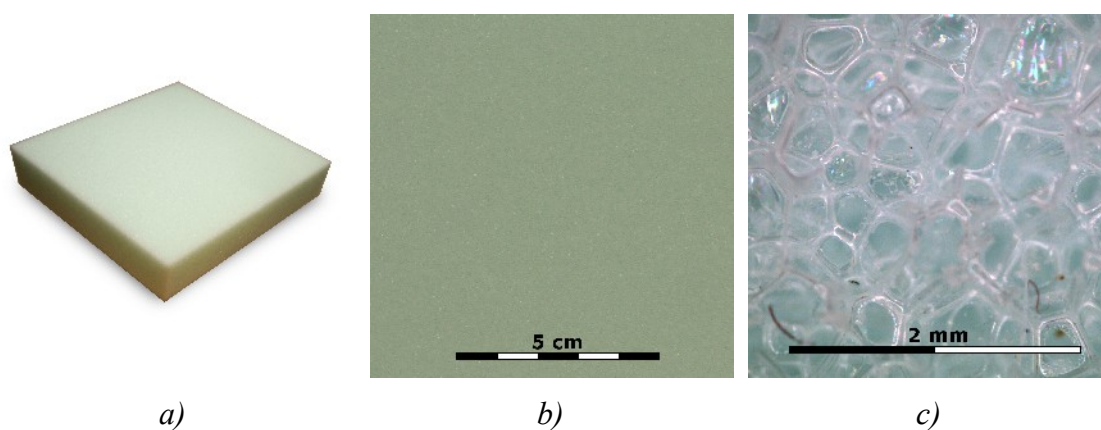
Tvarovacím materiálem byly použity pěny různých objemových hmotností, poskytnuté firmou Gumotex a.s. Pěny tvořily první část čalounické skladby. Tvarovací materiál byl ve tvaru čtverce o hraně 250 mm a tloušťce 50 mm. Rozměry byly dány velikostí horní čelisti, viz kapitola 5.3.2 a normou [3]. V následující tabulce jsou uvedeny použité pěny s hodnotami parametrů dosažených při provádění zkoušek podle norem. Z obrázků 6.1 až 6.6 je z mikroskopických snímků patrné, že se jedná o materiály s otevřenými buňkami. Snímky byly vytvořeny pomocí systému pro obrazovou analýzu Lucia.

Tabulka 1: Dodané informace o jednotlivých typech pěn od firmy Gumotex a.s. [16]

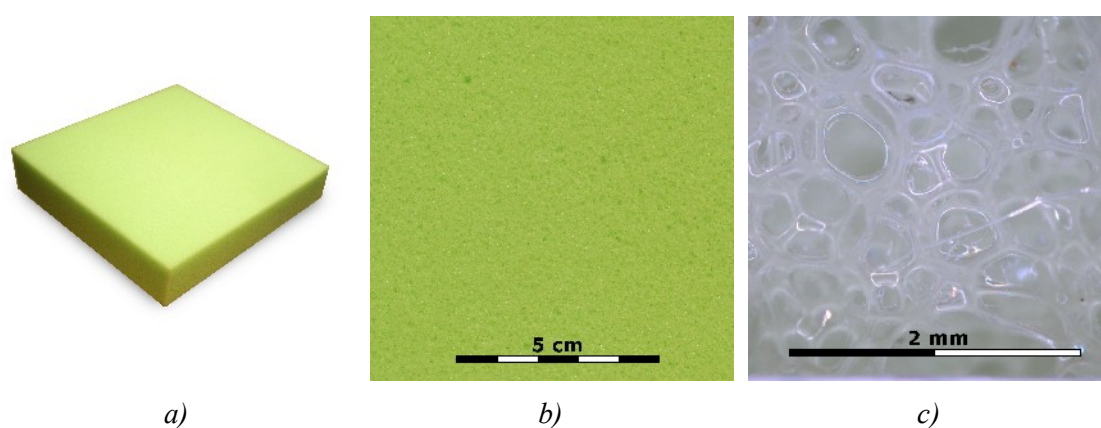
	Latex	H-4055	HR-3836	RE-80	TC-50	ZMSTM
<b>Objemová hmotnost</b> [kg/m <sup>3</sup> ]	63	40	38	80	50	40
<b>Odpor proti stlačení</b> [kPa] 40%	3	5,5	3,6	10	2,4	3,8
<b>Trvalá deformace</b> [%] [50%, 23 °C, 72 hod.]	5	1,5	3,5	10	8	8
<b>Obrázek</b>	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6



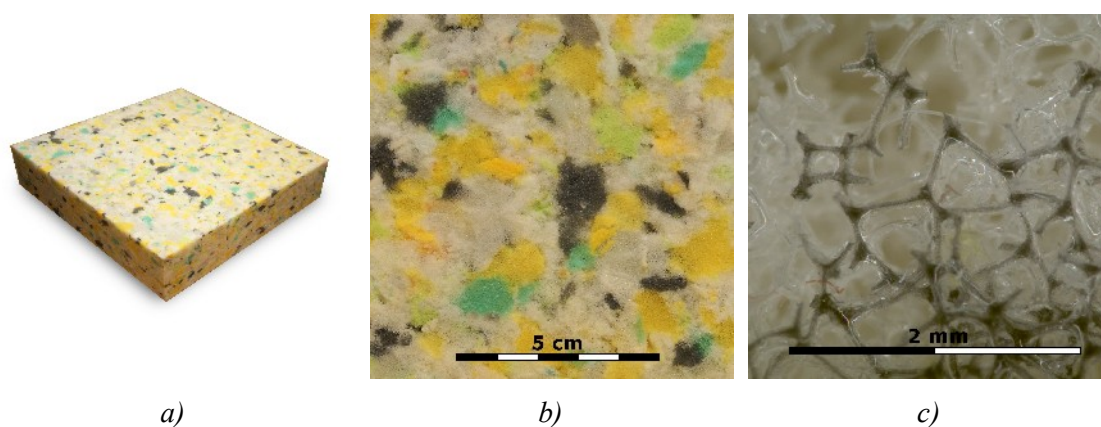
*Obrázek 6.1: Latex: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku, c) struktura vzorku pod mikroskopem*



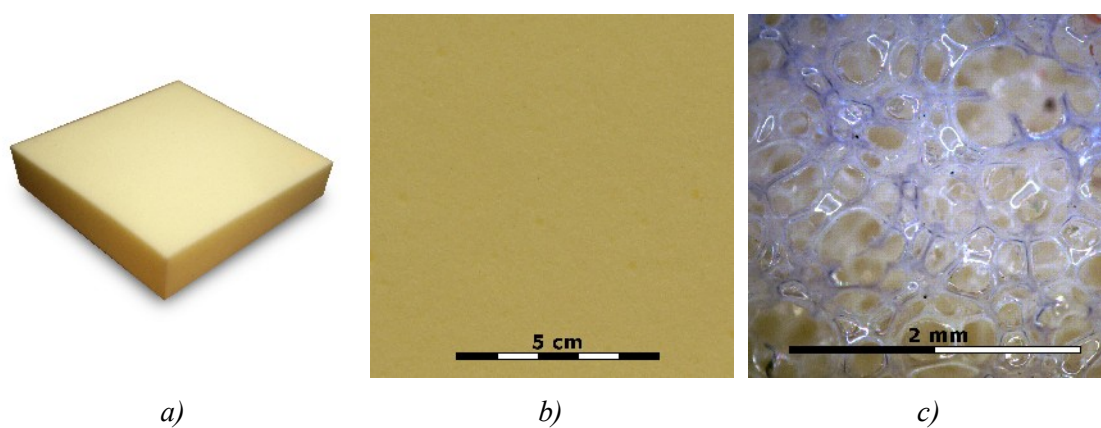
*Obrázek 6.2: H-4055: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku, c) struktura vzorku pod mikroskopem*



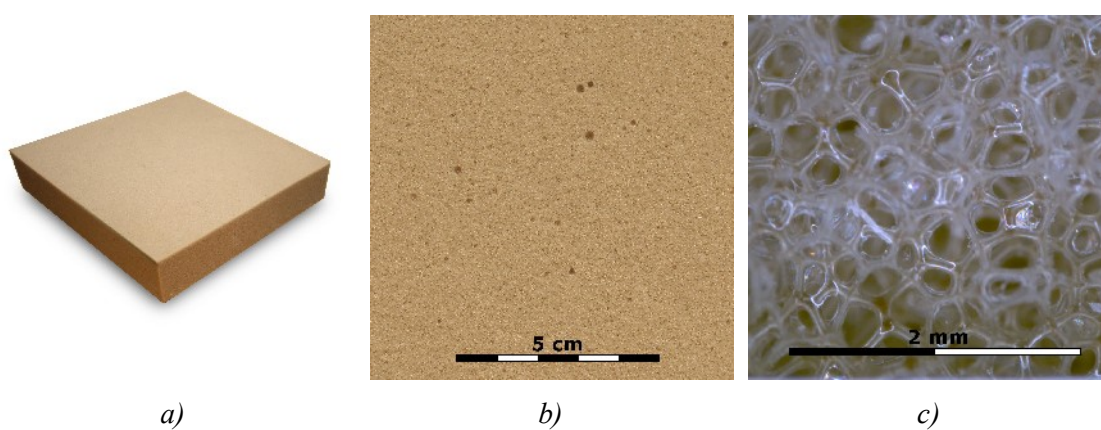
*Obrázek 6.3: HR-3836: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku, c) struktura vzorku pod mikroskopem*



*Obrázek 6.4: RE-80: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku, c) struktura vzorku pod mikroskopem*



*Obrázek 6.5: TC-50: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku, c) struktura vzorku pod mikroskopem*



*Obrázek 6.6: ZMSTM: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku, c) struktura vzorku pod mikroskopem*



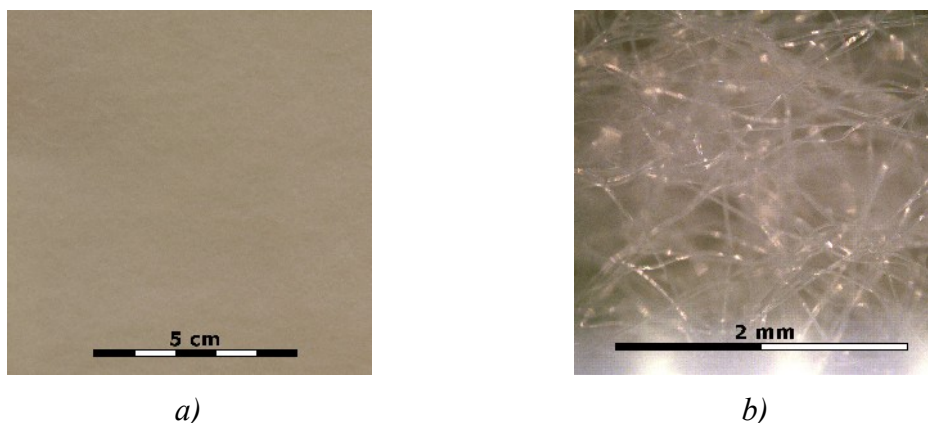
### **6.3 KYPŘÍCÍ MATERIÁL**

Kypřicím materiálem byly použity dva materiály: rouno a distanční pletenina. Účelem kypřicího materiálu je změkčení dosedu na čalounickou skladbu. Materiály byly čtvercového tvaru o hraně 250 mm a tloušťce 20 mm. Hmotnost kypřicích materiálů byla zjištěna na digitálních vahách. Tloušťka byla měřena na tloušťkoměru při následujících parametrech podle [17]: tlak 0,1 kPa, čas jednoho měření 30 sekund, plocha čelisti 0,1 m<sup>2</sup>.

#### **6.3.1 Rouno**

Rouno bylo vyrobeno v poloprovozu na Technické univerzitě v Liberci pod odborným vedením.

Na výrobu rouna byla použita staplová vlákna. Rouno bylo složeno ze základních vláken (80 % PL) a pojivých vláken (20 % PL/kopolyester). Délka PL vláken byla 80 mm a jemnost 6,7 dtex. Délka kopolyesteru byla 60 mm o jemnosti 3 dtex. Výsledná hmotnost rouna byla 360 g/m<sup>2</sup>, tloušťka 20 mm a objemová hmotnost 18 kg/m<sup>3</sup>, viz obrázek 6.7.

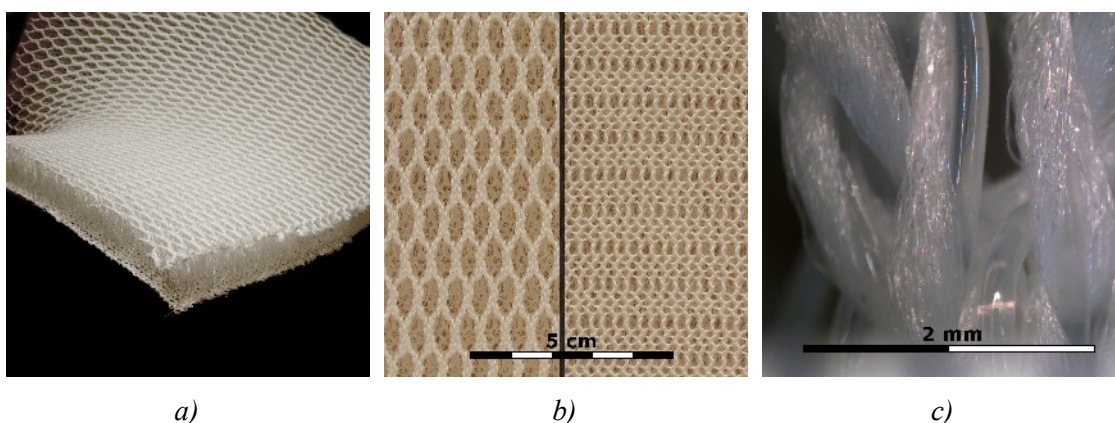


*Obrázek 6.7: Kypřicí materiál – Rouno: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku*

#### **6.3.2 Distanční pletenina**

Dalším kypřicím materiálem byla distanční pletenina (3D). Složení 100 % PL o plošné hmotnosti 230 g/m<sup>2</sup> a objemové hmotnosti 11,5 kg/m<sup>3</sup>. Tvořena dvěma pletenými povrchy, které jsou spojeny spojovacími monofilními vlákny. Monofilní vlákna udržují danou mezeru mezi pletenými povrchy. Vzniklá textilie je objemná – má vyšší výšku a je prodyšná [18], viz obrázek 6.8.





Obrázek 6.8: Kypřicí materiál – Distanční pletenina: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku, c) struktura vzorku pod mikroskopem

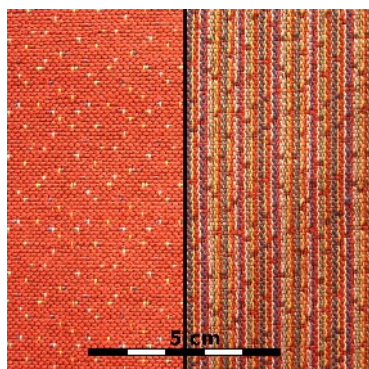
#### 6.4 POTAHOVÝ MATERIÁL

Pro zjištění vlivu na čalounickou skladbu, byly vybrány dva typy potahového materiálu různých vlastností. Účelem potahového materiálu bylo potažení sestavené čalounické skladby. Materiál byl ve tvaru čtverce o hraně 500 mm.

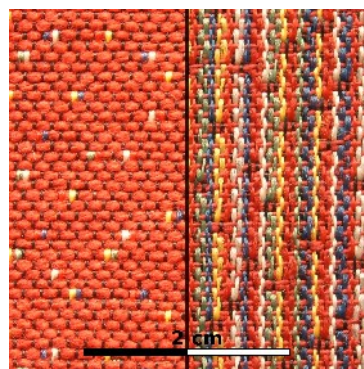
Rozdíly byly ve složení, hmotnosti a tloušťce materiálů. Z důvodu neznámého složení vybraného potahového materiálu byla provedena kvalitativní a kvantitativní analýza. Postup analýzy je uveden, viz příloha 3 a zjištěné výsledky, viz tabulka 2. Použité označení typů vláken se řídilo podle značení, které udává [19]. Byl proveden preparát, kdy jednotlivá vlákna byla nastříhána do glycerinu. Následovalo určení druhu vláken pod mikroskopem. Hmotnost materiálu byla zjištěna na digitálních vahách. Tloušťka materiálu byla měřena na tloušťkoměru při těchto parametrech [17]: tlak 1 kPa, čas jednoho měření 30 sekund, plocha čelisti 0,1m<sup>2</sup>.

Tabulka 2: Vlastnosti jednotlivých potahových materiálů

		I. Potahový materiál	II. Potahový materiál
Materiálové složení		80 % VI/20 % PL	60 % PC/20 % PL/ 15 % VI/5 % LI
Dostava $\frac{1}{100}$ [mm]	osnova	220	160(200)
	útek	350	700
Hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]		340	440
Tloušťka [mm]		1	2
Vazba		žakárová	žakárová
Obrázek		6.9	6.10

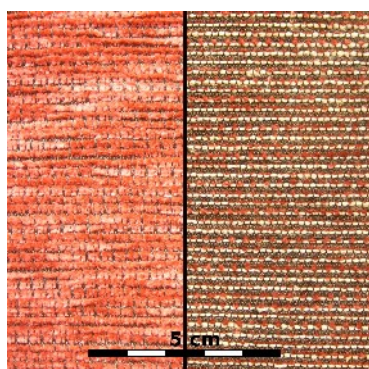


a)

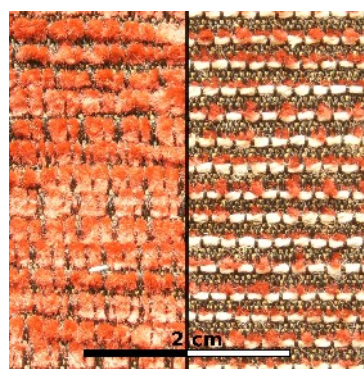


b)

Obrázek 6.9: Potahový materiál I: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku (levá strana vzorku je lící strana materiálu, pravá strana vzorku je rubní strana materiálu)



a)



b)

Obrázek 6.10: Potahový materiál II: a) vzorek materiálu, b) struktura vzorku (levá strana vzorku je lící strana materiálu, pravá strana vzorku je rubní strana materiálu)

## **7 SESTAVENÍ VLASTNÍCH SKLADEB**

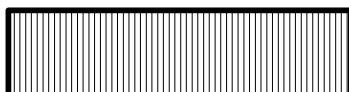
### **7.1 JEDNOTLIVÉ ČÁSTI SKLADBY**

#### **Podkladový materiál (D)**



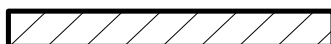
*Obrázek 7.1: Podkladový materiál (D)*

#### **Tvarovací materiál (T)**



*Obrázek 7.2: Tvarovací materiál (T)*

#### **Kypřicí materiál (K)**



*Obrázek 7.3: Kypřicí materiál (K)*

#### **Potahový materiál I, II (P)**

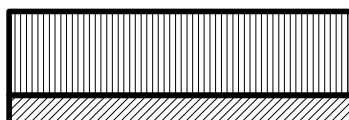


*Obrázek 7.4: Potahový materiál I,II (P)*

## **7.2 SESTAVENÉ SKLADBY**

### **Samostatný tvarovací materiál: T**

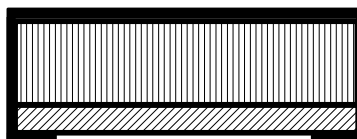
Tvarovací materiál T není považován za čalounickou skladbu, ale vzhledem k jeho dalšímu používání při testování, je zde uveden. Testovaná skladba byla složena z podkladového materiálu a pěny různé objemové hmotnosti.



*Obrázek 7.5: Samostatný tvarovací materiál T*

### **I. skladba: TP**

Skladba TP byla složena z podkladového materiálů, pěny různé objemové hmotnosti uvedené v kapitole 6.2 a z jednoho potahového materiálu I nebo II uvedeného v kapitole 6.4.

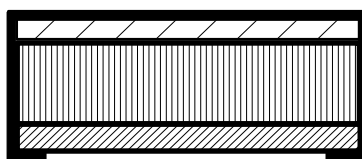


*Obrázek 7.6: I skladba TP*

### **II. skladba: TK<sub>3D</sub>P, TK<sub>r</sub>P**

Skladba TK<sub>3D</sub>P byla složena z podkladového materiálů, polyuretanové pěny různé objemové hmotnosti, kypřicího materiálů 3D pleteniny o výšce 20 mm a z jednoho potahového materiálu I nebo II. uvedeného v kapitole 6.4.

Skladba TK<sub>r</sub>P byla složena z podkladového materiálů, polyuretanové pěny různé objemové hmotnosti, kypřicího materiálů rouna o výšce 20 mm a z jednoho potahového materiálu I nebo II uvedeného v kapitole 6.4.



*Obrázek 7.7: II skladba: TK<sub>3D</sub>P, TK<sub>r</sub>P*

## **8 TESTOVÁNÍ ČALOUNICKÉ SKLADBY**

### **8.1 POSTUP ZKOUŠKY**

#### **8.1.1 Měřicí přístroj**

Měření jednotlivých skladeb bylo prováděno na přístroji Dynamometr TIRATEST 2300. Jedná se o klasický přístroj pro zkoumání mechanických vlastností materiálů. Umožňuje zkoušky jednoosého namáhání v tahu a tlaku příloha 4. Přístroj je obsluhován pomocí programu LabTest, který je instalován v počítači [20]. Přesnost měření síly byla 0,08 N. Přesnost měření tloušťky zkušebního tělesa byla 0,001 mm.

#### **8.1.2 Sestavení vzorku**

Vzorek sklady uveden v bodě 7.2, jehož jednotlivé vrstvy materiálu byly volně položeny na sebe a zpevněny jedním z typů potahového materiálu I nebo II. Potahový materiál byl připevněn na podkladový materiál pomocí jehel ze sponkovacího strojeku.

#### **8.1.3 Vlastní měření**

Vlastní měření obsahovalo: výběr typu zkoušky, vytvoření definice, definování základních (vstupních, výstupních) hodnot, průběh vlastního měření a ukládání naměřených dat. Po uložení naměřených dat následovalo zpracování a vyhodnocení dat.

#### ***Vytvoření definice***

Po připojení přístroje k programu LabTest se nejprve vytvořila nová definice. Vybrala se základní zkouška v tlaku a horní pracovní prostor přístroje. Provedený výběr byl potvrzen a uložen pod vlastním názvem definice.

#### ***Definice základních hodnot***

Položka definice základních hodnot sloužila k výběru požadovaných hodnot. Nejprve se jednalo o vstupní hodnoty, zde se vybraly veličiny, které sloužily k vyhodnocení zkoušky. Součástí vstupních hodnot byl výběr preferované jednotky. Následovalo zadání výstupních parametrů a opět preferované jednotky. Při zadávání parametrů zkoušeného vzorku se musel vybrat profil vzorku, pro zadání rozměrů výšky, šířky a hloubky v daných jednotkách. Testovaný vzorek neměl stanovené předpětí. Důležitým údajem byla rychlost posuvu čelistí. Mezi údaji potřebnými k ukončení patřila rychlost návratu čelistí do výchozí polohy a maximální deformace při zkoušce. Tyto údaje zaručovaly bezproblémový průběh zkoušky. Na závěr se stanovilo počet prováděných cyklů a doba setrvání v požadované poloze. Poté se definice odsouhlasila a uložila v programu.

#### **8.1.4 Vlastní zkouška**

Když se zadaly hodnoty, provedlo se přepnutí do panelu nástrojů a vložení vzorku mezi čelisti. Nastavení a vynulování výchozí polohy a síly. Následovalo spuštění vlastní zkoušky. Po ukončení zkoušky a návratu čelistí do výchozí polohy se získaná data uložila v požadovaném formátu.

#### **8.1.5 Ukládání naměřených dat**

Ukládání získaných dat bylo prováděno následovně. Stažení získaných dat do souboru ve formátu CSV. Výsledky jsou uvedeny v grafech, viz kapitola 9.

## 9 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

### 9.1 POSTUP VYHODNOCENÍ

Následující postup vyhodnocení byl aplikován na všechna naměřená data a jednotlivé skladby. Na přístroji Dynamometr TIRATEST 2300 se měřila závislost síly  $F$  [N] na deformaci v [mm]. Deformace v [mm] byla přepočítána na deformaci  $\varepsilon$  v [%] podle vzorce:

$$\varepsilon = \frac{d_0 - d}{d_0}, \quad (6)$$

kde  $\varepsilon$  je relativní deformace v [%],  $d_0$  je počáteční výška skladby v [mm] a  $d$  je výška skladby při deformaci (stlačení a vtlačení) v [mm].

Tlak  $P$  v [Pa] byl vypočítán z působící síly  $F$  v [N] podle vzorce, viz (12). Potřebné vzorce pro tento převod se lišily podle tvaru horní čelisti použité při deformaci. Při stlačení byla použita čelist větší než testovaný vzorek. Kontaktní plocha čelisti se vzorkem tedy byla

$$S = a^2, \quad (7)$$

kde  $a$  je délka strany testovaného čtvercového vzorku v [m<sup>2</sup>].

U metody vtlačení byl použit vrchlík rotačního elipsoidu. Kontaktní plocha byla závislá na hloubce zaboření vrchlíku do čalounické skladby podle vzorce [21]:

$$E = \sqrt{v(2b - v)}, \quad (8)$$

$$F = \sqrt{a^2 - b^2}, \quad (9)$$

$$G = ab, \quad (10)$$

$$S = \pi \frac{(F E \sqrt{G^2 - F^2 E^2} + G^2 \arcsin \frac{F E}{G})}{b F}, \quad (11)$$

kde  $a$  a  $b$  jsou poloosy elipsy v [m] a  $v$  je hloubka zaboření vrchlíku v [m].

Vzorec pro výpočet plochy při vtlačení byl počítán pro každou výšku skladby zvlášť, neboť při vtlačování vrchlíku do čalounické skladby se měnila výška vtlačované části a výsledný tlak byl považován za průměrný.

Vzorec pro výpočet tlaku při deformaci byl následující:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (12)$$

kde  $P$  je tlak v [Pa],  $F$  je síla při 25% a 65% deformaci v [N] a  $S$  je plocha čelisti v [m<sup>2</sup>].

Z naměřených dat byly vypočítány statistické údaje podle následujících vzorců [22]:

Střední hodnota

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (13)$$

kde  $\bar{x}$  je střední hodnota,  $n$  je počet měření,  $x_i$  je  $i$ -tá naměřená hodnota.

Rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum (x_i - \bar{x})^2, \quad (14)$$

kde  $s^2$  je rozptyl,  $n$  je počet měření,  $x_i$  je  $i$ -tá naměřená hodnota,  $\bar{x}$  je průměrná hodnota měření a  $s$  je směrodatná odchylka.

Interval spolehlivosti

$$95 \% IS = \bar{x} \pm t_{0,025} (n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (15)$$

kde 95 %  $IS$  je interval spolehlivosti,  $\bar{x}$  je střední hodnota,  $t_{0,025}$  je hodnota studentova rozdělení,  $n$  je počet měření a  $s$  je směrodatná odchylka.

## **9.2 PŘÍKLAD ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT**

Pro ukázkou postupu zpracování a vyhodnocení naměřených dat byla vybrána data odporu proti vtlačení u Latexu. V příkladu je uveden postup získání hodnoty tlaku při 65% deformaci.

Na skladbě bylo provedeno 14 deformačních cyklů z nulové deformace do 75% deformace a zpět. V průběhu deformačních cyklů byla měřena aktuální deformace a síla potřebná pro její dosažení. Z průběžných dat byly vybrány hodnoty síly pro požadovanou deformaci např. 65 % a ty byly dále zpracovány.

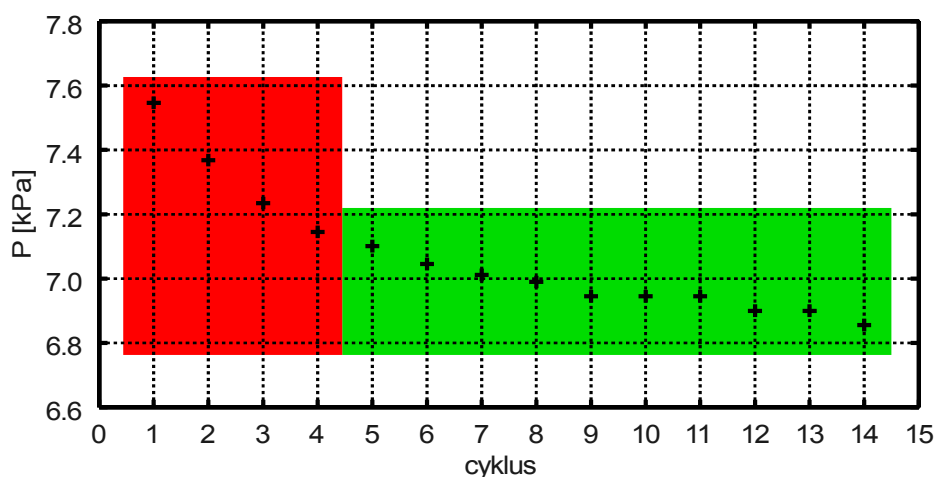


K vyhodnocovaným deformacím byla vypočtena kontaktní plocha s horní čelistí. Pro metodu stlačení bylo počítáno podle vzorce (7) a pro metodu vtlačení podle vzorce (11). Z kontaktní plochy a potřebné deformační síly byl spočítán tlak podle vzorce (12).

Ze 14 cyklů bylo v průběhu zatěžování vybráno 14 hodnot tlaku pro požadovanou deformaci (např. 65 %). Ze 14 hodnot nebyly první 4 hodnoty použity a ze zbylých 10 hodnot byl vypočítán průměrný tlak pro příslušnou deformaci (např.  $P_{65}$ ), viz obrázek 9.1.

$$\bar{P} = \frac{1}{10} \sum_{i=5}^{14} P_i, \quad (16)$$

kde  $\bar{P}$  je průměrná hodnota tlaku,  $P_i$  je i-tá naměřená hodnota tlaku.



*Obrázek 9.1: Odpor proti vtlačení – Latex 65% deformace, závislost tlaku  $P$  [Pa] na cyklech: vyznačení 14 cyklů měření, červené pole vyznačuje měření, která byla z výsledného vyhodnocování vyřazena, zelené pole vyznačuje měření, která byla použita do výsledného vyhodnocení.*

Ze stejných hodnot tlaku jako byla počítána průměrná hodnota tlaku byl počítán 95 % IS, viz vzorec (15). Pro výpočet faktoru komfortu, viz vzorec (17), byly použity hodnoty tlaku  $P_{25}$  a  $P_{65}$  při deformaci  $\varepsilon=25\%$  respektive  $\varepsilon=65\%$ . Vzorec pro výpočet faktoru komfortu:

$$FK = \frac{P_{65}}{P_{25}}, \quad (17)$$

kde  $FK$  je faktor komfortu v [-],  $P_{65}$  je hodnota tlaku při deformaci  $\varepsilon=65\%$  a  $P_{25}$  je hodnota tlaku při deformaci  $\varepsilon=25\%$ .

### 9.3 VÝSLEDKY ZPRACOVÁNÍ VŠECH TESTOVANÝCH MATERIÁLŮ A SKLADEB

Pro vyhodnocení všech skladeb byly sledovány následující parametry: hodnoty tlaku dosažené při 25% a 65% deformaci, které jsou potřebné pro výpočet faktoru komfortu, porovnání k jaké změně velikosti tlaku došlo u jednotlivých skladeb. Velikost deformace při hodnotě 30 mm Hg (3999,66 Pa = 4 kPa), kterou lékaři uvádějí jako maximální možný působící tlak na tělo, aby nedošlo ke vzniku dekubitů. Data jsou uvedena v tabulkách, viz příloha 5. Pro každou měřenou skladbu byla navíc data v další tabulce uspořádána podle pořadí, tedy sestupně (od nejvyšší po nejnižší hodnotu).

#### 9.3.1 Samotný tvarovací a kypřicí materiál

Tvarovací nebo kypřicí materiál byl volně položen na podkladový materiál, viz obrázek 7.5. Tvarovací materiál dosahoval 50 mm tloušťky. Kypřicí materiál byl z důvodu malé tloušťky vrstven do výše 60 mm (3×20 mm), aby mohla být provedena zkouška na deformaci a dosáhlo se porovnatelných výsledků.

Z naměřených dat byly vypočítány průměrné tlaky pro příslušné deformace. Závislost tlaků na deformaci je pro tvarovací materiály znázorněna na obrázku 9.3 a pro kypřicí materiály na obrázku 9.2. V grafech jsou zobrazeny obě testované metody: stlačení a vtlačení. V tabulkách 3 a 4 jsou sestupně seřazeny tvarovací a kypřicí materiály podle určovaných parametrů. V příloze 5 je samostatný materiál označován zkratkou T.

Tabulka 3: Stlačení: Pořadí samostatného tvarovacího a kypřicího materiálu

Pořadí	Seřazení podle jednotlivých ukazatelů			
	25% deformace	65% deformace	FK [-]	4 kPa [%]
1	RE 80	RE 80	Rouno	Rouno
2	H 4055	3D pletenina	RE 80	TC 50
3	3D pletenina	Latex	Latex	ZMSTM
4	ZMSTM	HR3836	3D pletenina	H 4055
5	HR3836	H 4055	TC 50	HR3836
6	Latex	ZMSTM	HR3836	Latex
7	TC 50	TC 50	ZMSTM	3D pletenina
8	Rouno	Rouno	H 4055	RE 80

V tabulce 3 je uvedeno pořadí použitých kypřicích materiálů. Pořadí udává, který z použitých materiálů dosahuje při stlačení o 25 % a 65 % své původní tloušťky nejvyšších hodnot tlaku. Pořadí také uvádí druh materiálu který dosáhl největší hodnoty

faktoru komfortu a % stlačení původní výšky při 4 kPa. Všechny potřebné číselné údaje jsou uvedeny, viz příloha 5.

*Tabulka 4: Vtlačení: Pořadí tvarovacího a kypřicího materiálu*

Pořadí	25% deformace	65% deformace	FK [-]	4 kPa [%]
1	3D pletenina	RE 80	RE 80	Rouno
2	RE 80	3D pletenina	Rouno	TC 50
3	H 4055	H 4055	3D pletenina	Latex
4	ZMSTM	HR3836	Latex	ZMSTM
5	HR3836	Latex	HR3836	HR3836
6	Latex	ZMSTM	TC 50	H 4055
7	TC 50	TC 50	H 4055	RE 80
8	Rouno	Rouno	ZMSTM	3D pletenina

V tabulce 4 je uvedeno pořadí samostatných kypřicích materiálů. Pořadí udává, který z použitých materiálů dosahuje při vtlačení o 25 % a 65 % své původní tloušťky nejvyšších hodnot tlaku. Pořadí také uvádí druh materiálu který dosáhl největší hodnoty faktoru komfortu a % stlačení původní výšky při 4 kPa. Všechny potřebné číselné údaje jsou uvedeny, viz příloha 5.

### **9.3.2 Skladba tvarovacího materiálu s potahem**

Skladba byla složena podle obrázku 7.6. Na podkladový materiál byl položen tvarovací materiál a přes něj ke spodní straně podkladového materiálu připevněn jehlami sponkovacího strojku potahový materiál I nebo II. Tloušťka skladby byla větší o tloušťku potahového materiálu, tedy o 1 mm nebo 2 mm dle potahu, viz tabulka 2.

Závislost tlaků na deformaci je uvedena na obrázku 9.4. V tabulkách 5 a 6 jsou sestupně uvedeny skladby s potahem podle určovaných parametrů. V příloze 5 je skladba tvarovacího materiálu s potahem označována zkratkou TP<sub>I</sub> nebo TP<sub>II</sub> podle zvoleného potahu.

*Tabulka 5: Stlačení: Pořadí skladby s potahem II*

Pořadí	25% deformace	65% deformace	FK [-]	4 kPa [%]
1	H 4055	RE 80	Latex	TC 50
2	ZMSTM	Latex	RE 80	ZMSTM
3	HR 3836	HR 3836	TC 50	HR 3836
4	RE 80	H 4055	HR 3836	Latex
5	Latex	ZMSTM	H 4055	H 4055
6	TC 50	TC 50	ZMSTM	RE 80

V tabulce 5 je uvedeno pořadí skladeb s potahem II při stlačení, u kterých se měnil pouze tvarovací materiál. Pořadí udává, která skladba s jakým použitým tvarovacím materiálem dosahuje při stlačení o 25 % a 65 % své původní tloušťky nejvyšších hodnot tlaku. Pořadí také uvádí, která skladba dosáhla největší hodnoty faktoru komfortu a % stlačení původní výšky při 4 kPa. Všechny potřebné číselné údaje jsou uvedeny, viz příloha 5.

*Tabulka 6: Vtlačení: Pořadí skladby s potahem I, II*

Pořadí	25% deformace		65% deformace		FK [-]		4 kPa [%]	
	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II
1	RE 80	ZMSTM	RE 80		RE 80		TC 50	
2	H 4055	RE 80	Latex	H 4055	Latex		Latex	
3	ZMSTM	H 4055	H 4055	ZMSTM	TC 50		HR 3836	
4	HR 3836		HR 3836	HR 3836	HR 3836		ZMSTM	H 4055
5	Latex		ZMSTM	Latex	H 4055		H 4055	ZMSTM
6	TC 50		TC 50		ZMSTM		RE 80	

V tabulce 6 je uvedeno pořadí skladeb s potahem I a II při vtlačení, u kterých se měnil pouze tvarovací materiál. Pořadí udává, která skladba s jakým použitým tvarovacím materiálem dosahuje při stlačení o 25 % a 65 % své původní tloušťky nejvyšších hodnot tlaku. Pořadí také uvádí, která skladba dosáhla největší hodnoty faktoru komfortu a % stlačení původní výšky při 4 kPa. Všechny potřebné číselné údaje jsou uvedeny, viz příloha 5.

### 9.3.3 Skladba tvarovacího materiálu s rounem a potahem

Skladba byla složena podle obrázku 7.7. Na podkladový materiál byl položen tvarovací materiál, přes něj byl volně položen kypřící materiál (rouno) a přes něj ke spodní straně

podkladového materiálu připevněn potahový materiál I nebo II. Tloušťka skladby byla větší o tloušťku potahového materiálu a o tloušťku rouna, která činila 20 mm.

Závislost tlaků na deformaci je uvedena na obrázku 9.5. V tabulkách 7 a 8 jsou uvedeny skladby sestupně podle určovaných parametrů. V příloze 5 je skladba tvarovacího materiálu s rounem a potahem označována zkratkou TK<sub>r</sub>P<sub>I</sub> nebo TK<sub>r</sub>P<sub>II</sub> podle zvoleného potahu.

*Tabulka 7: Stlačení: Pořadí skladby rouno s potahem II*

Pořadí	25% deformace	65% deformace	FK [-]	4 kPa [%]
1	H 4055	Latex	RE 80	TC 50
2	ZMSTM	RE 80	Latex	ZMSTM
3	HR 3836	HR 3836	TC 50	HR 3836
4	Latex	H 4055	HR 3836	H 4055
5	RE 80	ZMSTM	ZMSTM	Latex
6	TC 50	TC 50	H 4055	RE 80

V tabulce 7 je uvedeno pořadí skladeb s rounem a potahem II při stlačení, u kterých se měnil pouze tvarovací materiál. Pořadí udává, která skladba s jakým použitým tvarovacím materiálem dosahuje při stlačení o 25 % a 65 % své původní tloušťky nejvyšších hodnot tlaku. Pořadí také uvádí, která skladba dosáhla největší hodnoty faktoru komfortu a % stlačení původní výšky při 4 kPa. Všechny potřebné číselné údaje jsou uvedeny, viz příloha 5.

*Tabulka 8: Vtlačení: Pořadí skladby rouno s potahem I, II*

Pořadí	25% deformace		65% deformace		FK [-]		4 kPa [%]	
	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II
1	HR 3836	ZMSTM	RE 80		RE 80		TC 50	
2	H 4055	H 4055	H 4055		Latex		Latex	
3	ZMSTM	HR 3836	HR 3836		H 4055	HR 3836	ZMSTM	HR 3836
4	RE 80	Latex	ZMSTM		ZMSTM	H 4055	HR 3836	RE 80
5	TC 50	TC 50	Latex		HR 3836	ZMSTM	H 4055	ZMSTM
6	Latex	RE 80	TC 50		ZMSTM	TC 50	RE 80	H 4055

V tabulce 8 je uvedeno pořadí skladeb s rounem a potahem I a II při vtlačení, u kterých se měnil pouze tvarovací materiál. Pořadí udává, která skladba s jakým použitým tvarovacím materiálem dosahuje při stlačení o 25 % a 65 % své původní tloušťky nejvyšších hodnot tlaku. Pořadí také uvádí, která skladba dosáhla největší

hodnoty faktoru komfortu a % stlačení původní výšky při 4 kPa. Všechny potřebné číselné údaje jsou uvedeny, viz příloha 5.

#### **9.3.4 Skladba tvarovacího materiálu s 3D pleteninou a potahem**

Skladba byla složena podle obrázku 7.7. Na podkladový materiál byl položen tvarovací materiál, přes něj byl volně položen kypřicí materiál (3D pletenina) a přes něj ke spodní straně podkladového materiálu připevněn potahový materiál I nebo II. Tloušťka skladby byla větší o tloušťku potahového materiálu a o tloušťku 3D pleteniny, která činila 20 mm.

Závislost tlaků na deformaci je uvedena na obrázku 9.5. V tabulkách 9 a 10 jsou uvedeny skladby sestupně podle určovaných parametrů. V příloze 5 je skladba tvarovacího materiálu s 3D pleteninou a potahem označována zkratkou TK<sub>3D</sub>P<sub>I</sub> nebo TK<sub>3D</sub>P<sub>II</sub> podle zvoleného potahu.

*Tabulka 9: Stlačení: Pořadí skladby 3D pleteniny s potahem II*

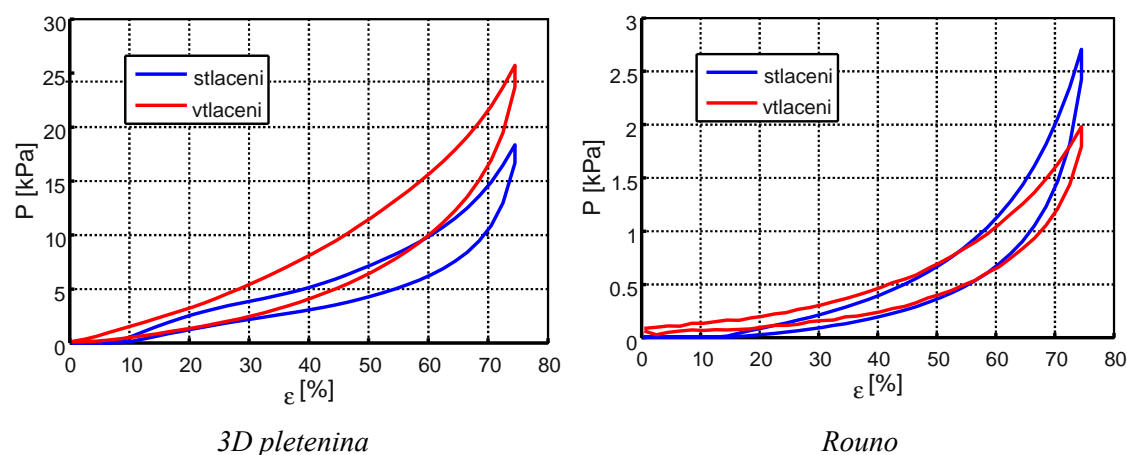
Pořadí	25% deformace	65% deformace	FK [-]	4 kPa [%]
1	H 4055	Latex	Latex	TC 50
2	HR 3836	RE 80	TC 50	ZMSTM
3	Latex	HR 3836	RE 80	HR 3836
4	RE 80	H 4055	HR 3836	H 4055
5	ZMSTM	ZMSTM	ZMSTM	Latex
6	TC 50	TC 50	H 4055	RE 80

V tabulce 9 je uvedeno pořadí skladeb s 3D pleteninou a potahem II při stlačení, u kterých se měnil pouze tvarovací materiál. Pořadí udává, která skladba s jakým použitým tvarovacím materiálem dosahuje při stlačení o 25 % a 65 % své původní tloušťky nejvyšších hodnot tlaku. Pořadí také uvádí, která skladba dosáhla největší hodnoty faktoru komfortu a % stlačení původní výšky při 4 kPa. Všechny potřebné číselné údaje jsou uvedeny, viz příloha 5.

Tabulka 10: Vtlačení: Pořadí skladby 3D pleteniny s potahem I, II

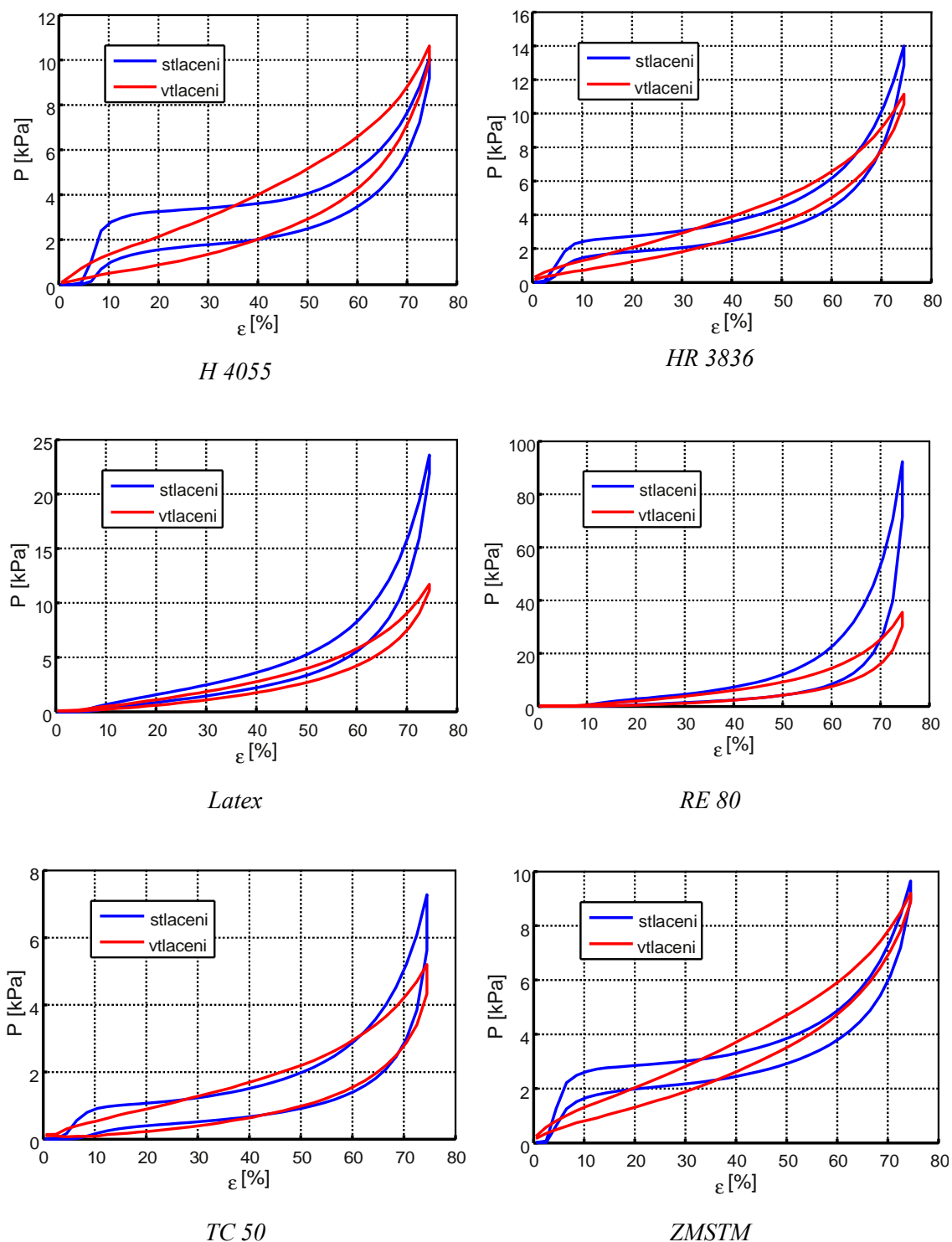
Pořadí	25% deformace		65% deformace		FK [-]		4 kPa [%]	
	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II	Potah I	Potah II
1	H 4055	Latex	RE 80		RE 80		TC 50	
2	HR 3836	H 4055	HR 3836	H 4055	Latex		Latex	
3	ZMSTM	ZMSTM	H 4055	HR 3836	TC 50		RE 80	HR 3836
4	RE 80	HR 3836	Latex	ZMSTM	HR 3836		ZMSTM	H 4055
5	Latex	RE 80	ZMSTM	Latex	H 4055		TC 50	ZMSTM
6	TC 50		TC 50		ZMSTM		Latex	RE 80

V tabulce 10 je uvedeno pořadí skladeb s 3D pleteninou a potahem I a II při vtlačení, u kterých se měnil pouze tvarovací materiál. Pořadí udává, která skladba s jakým použitým tvarovacím materiálem dosahuje při stlačení o 25 % a 65 % své původní tloušťky nejvyšších hodnot tlaku. Pořadí také uvádí, která skladba dosáhla největší hodnoty faktoru komfortu a % stlačení původní výšky při 4 kPa. Všechny potřebné číselné údaje jsou uvedeny, viz příloha 5.



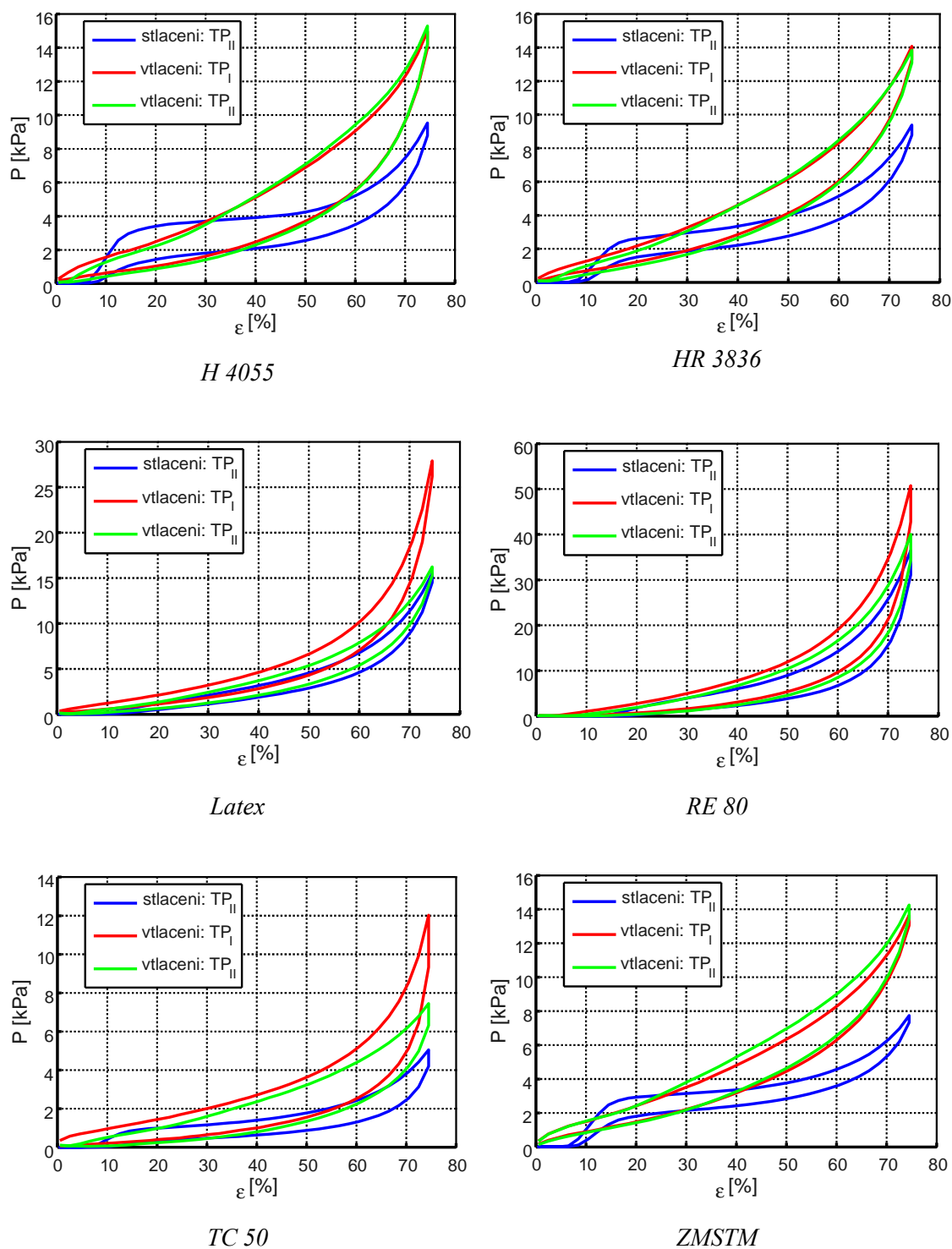
Obrázek 9.2: Závislosti tlaku  $P$  [kPa] na deformaci  $\varepsilon$  [%] u kypřících materiálů

Na obrázku 9.2 až 9.6 jsou uvedeny záznamy tlaků při deformaci samostatných kypřících materiálů, tvarovacího materiálů a skladeb z nich složených, které se pouze liší v použitém potahovém materiálu I a II. Hodnoty tlaků při 25% a 65% deformaci jsou uvedeny, viz příloha 5.

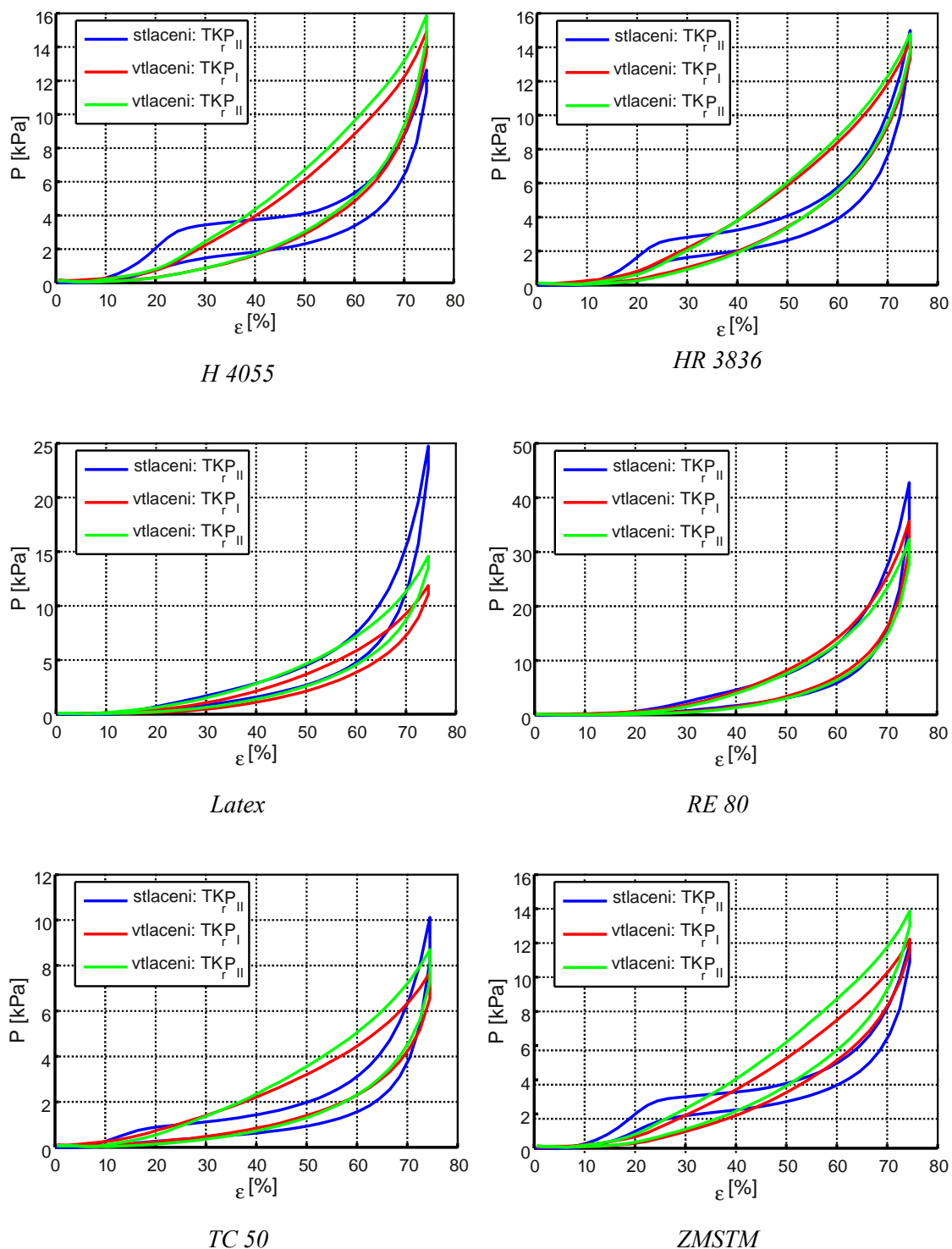


Obrázek 9.3: Závislosti tlaku  $P$  [kPa] na deformaci  $\varepsilon$  [%] u jednotlivých tvarovacích materiálů

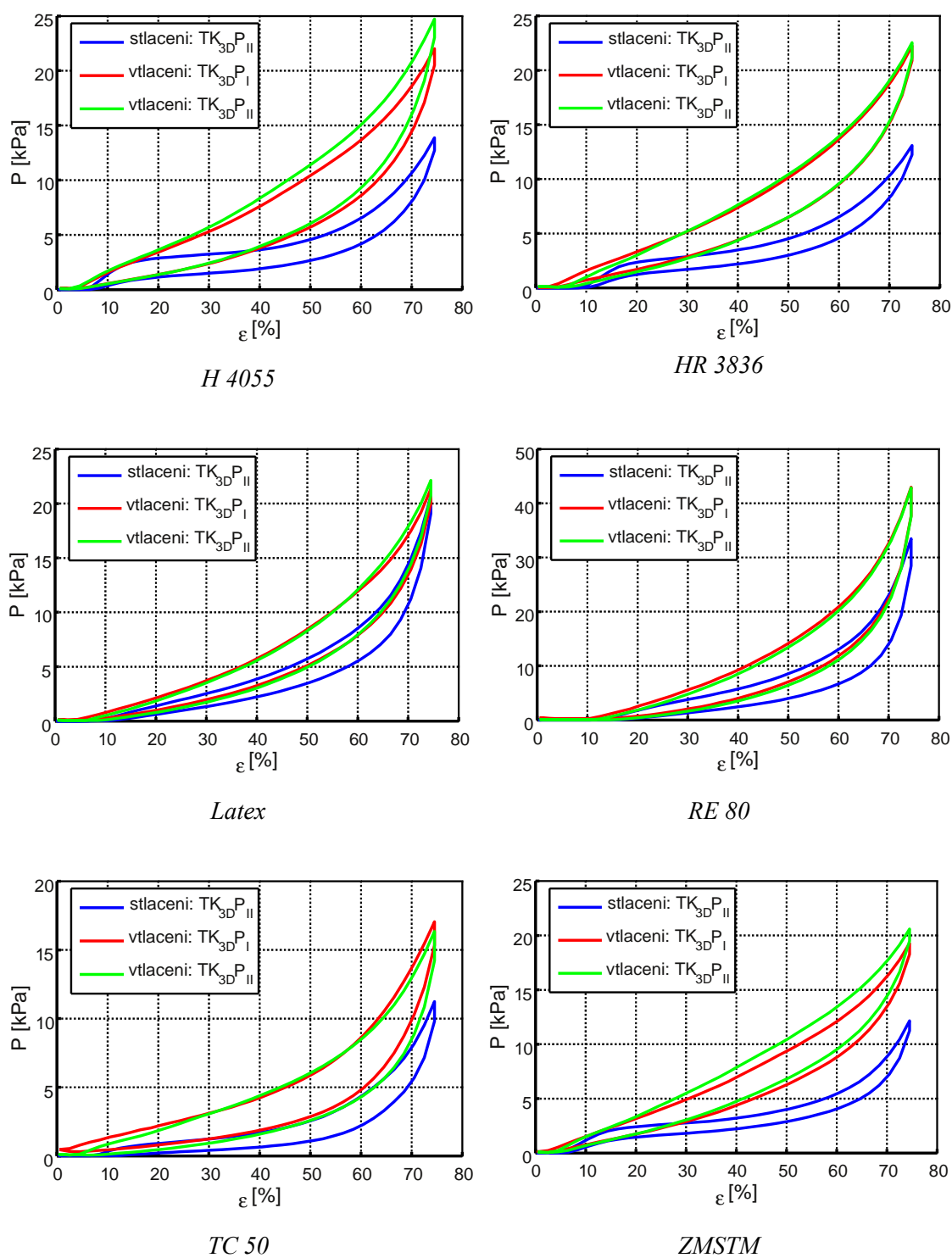




Obrázek 9.4: Závislosti tlaku  $P$  [kPa] na deformaci  $\varepsilon$  [%] u skladeb s potahem



Obrázek 9.5: Závislosti tlaku  $P$  [kPa] na deformaci  $\varepsilon$  [%] u skladeb s rounem a potahem



Obrázek 9.6: Závislosti tlaku  $P$  [kPa] na deformaci  $\varepsilon$  [%] u skladeb s 3D pleteninou a potahem

## **9.4 VYHODNOCENÍ VLIVU VRSTEV VE SKLADBÁCH**

### **9.4.1 Vyhodnocení samostatných tvarovacích a kypřících materiálů**

Nejvyšších hodnot tlaku při 65% deformaci bylo dosaženo u pěny RE 80, což odpovídá i uváděné hodnotě výrobcem, viz tabulka 1. U 25% deformace byla metodou stlačení zjištěna nejvyšší hodnota tlaku také u RE 80, ale u metody vtlačení byla nejvyšší hodnota tlaku u 3D pleteniny. Nejvyšší deformace při zatížení 4 kPa dosáhlo rouno, u kterého nebylo požadovaného tlaku dosaženo ani při 75% deformaci. Na dalším místě byla pěna TC 50. Tyto hodnoty byly ve schodě s nejnižšími naměřenými tlaky.

U tvarovacího materiálu se nejčastěji vyskytují dva typy deformací vyskoelastická a elastická. Charakteristickým chováním ideální elastické deformace jsou stejné průběhy deformační charakteristiky při zatěžování a uvolňování. Pokud je zatěžován skutečný tvarovací materiál je vždy tlak při uvolňování menší než tlak při zatížení. Jedná se o viskoelastickou deformaci.

Některé testované materiály se svým deformačním průběhem více blíží elastické deformaci (např. Latex nebo HR 3836) a některé jsou výrazně vyskoelastické (např. TC 50 nebo H 4055).

U vybraných pěn byly zaznamenány dva druhy chování při stlačení. V prvním druhu chování se tlak potřebný pro deformaci zvyšoval rovnoměrně až téměř do 50% deformace (např. Latex nebo RE 80). V druhém případě nastal prudký nárůst požadovaného tlaku hned z počátku zatěžovací charakteristiky (do 10% deformace) a následně se hodnota tlaku jen mírně zvyšovala v závislosti na deformaci (např. u H 4055 nebo ZMSTM). Výsledné hodnoty dosažené při 25% a 65% deformaci a hodnota faktoru komfortu pro metodu stlačení je uvedena, viz obrázek 9.8 a pro metodu vtlačení, viz obrázek 9.7 v podobě sloupcového grafu.

### **9.4.2 Vyhodnocení vlivu potahu na skladbu**

Při porovnání stejných potahových materiálů pro různé metody bylo zjištěno, že při použití metody vtlačení dochází k nárůstu potřebného tlaku na dosažení stejné deformace, jako u samotné pěny. Např. při 65% deformaci dochází u vtlačení k nárůstu tlaku o více než 20 %. U některých tvarovacích materiálů došlo k nárůstu o více než 50 % např. u pěn TC 50 a ZMSTM. Rozdíl je patrný z obrázku 9.7, kde jsou naměřené hodnoty zpracovány v podobě sloupcových grafů. Faktoru komfortu se při metodě stlačení nepatrně zvýšil a u vtlačení zůstal stejný jako u samotné pěny.

Porovnání různých potahových materiálů při stejné metodě bylo provedeno pouze metodou vtlačení. Při 25% a 65% deformaci byl největší rozdíl u skladeb s pěnou Latex a TC 50, kde byl potřebný větší tlak u potahu I než u potahu II. Použitím potahu I se

u všech skladeb snížil faktor komfortu na rozdíl od potahu II, který neměl na faktor komfortu vliv.

#### **9.4.3 Vyhodnocení vlivu kypřícího materiálu na skladbu**

Porovnání různých kypřících materiálů při stejné metodě bylo provedeno pro metodu stlačení i vtlačení. U metody stlačení kypřící materiál v podobě rouna výrazně zvýšil faktor komfortu u skladby s pěnou RE 80 a Latex. Při použití 3D pleteniny došlo pouze u skladby s pěnou TC 50 k nárůstu faktoru komfortu, kdy si tvarovací a kypřící materiál prohodily funkce.

U metody vtlačení při použití rouna došlo při 25% deformaci k výraznému poklesu potřebného tlaku např. u RE 80 až o 70 % a naopak u TC 50 téměř k žádnému poklesu nedošlo. Dosažené výkyvy hodnot tlaků, byly způsobeny rozdílnou tvrdostí tvarovacího a kypřícího materiálu. Faktor komfortu vzrostl nejvíce u skladeb, jejichž součástí byl tvrdý tvarovací materiál např. RE 80.

Při použití 3D pleteniny došlo u všech skladeb ke zvýšení potřebného tlaku k dosažení 25% a 65% deformace. Faktor komfortu se výrazně nezměnil ani u jedné ze skladeb.

#### **9.4.4 Vyhodnocení faktoru komfortu a deformace při 4 kPa**

Zjišťovaná hodnota faktoru komfortu se pohybovala v rozmezí 25% a 65% deformace. Do této oblasti spadá i deformace v [%] při 4 kPa. Tlak 4 kPa udávají lékaři za maximální možnou hodnotu, při které dochází k zastavení prokrvování tkání lidského těla. Dosažená hodnota deformace při tomto tlaku by se měla pohybovat v rozmezí od 40 až 60% deformace. Větší dosažená hodnota deformace způsobuje přílišné zaboření do skladby, naopak příliš malá deformace může mít uživatel pocit vysoké tvrdosti skladby.

Podle dosažených hodnot při 4 kPa lze odhadnout, jestli faktor komfortu vypovídá o kvalitě čalounické skladby. Pokud je deformace malá, bude materiál působit tvrdě a naopak, pokud je deformace velká bude materiál působit měkce. U skladby vytvořené složením tvarovacího materiálu RE 80 a rouna je na zamyšlení, zda získaná vysoká hodnota faktoru komfortu vypovídá o použitelnosti při běžném používání.

#### **9.4.5 Vyhodnocení rozdílů v metodách vtlačení a stlačení**

Při provádění testování uvedenými metodami, bylo zjištěno, že při metodě vtlačení jednotlivé vrstvy v čalounické skladbě více reagují změnou tvaru, tlaku na stlačovací těleso a tím dochází ke změně výsledných hodnot. Metoda více napodobuje tvar části lidského těla.

Metoda stlačení nerozlišuje pořadí vrstev, což bylo vidět u 3D pleteniny s kombinací TC 50. Kde si materiály prohodily funkci tvarovacího a kypřicího materiálů. Došlo tak k falešnému zvýšení faktoru komfortu.

## **9.5 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ VLIVU VRSTEV VE SKLADBÁCH**

Tvarovací materiál RE 80 nepřekvapil, dosáhl nejvyšších hodnot tlaku při 25% a 65% deformaci, tak jak uvádí výrobce, u obou použitých metod. Překvapením byla 3D pletenina, která jako kypřicí materiál u metody vtlačení dosáhla největší hodnoty deformace. Nejvyšších hodnot deformace v [%] při 4 kPa dosáhlo rouno a tvarovací materiál TC 50. Kypřicí materiál rouno byl natolik měkký, že ani při maximální deformaci nedosáhl tlak hodnoty 4 kPa. Hodnota deformace při tlaku 4 kPa u pěny TC 50 se pohybovala od 60 % až do 70 % ať už samostatného tvarovacího materiálu nebo s dalšími vrstvami čalounické skladby. Dosažená hodnota deformace způsobí přílišné zaboření do skladby. Ideální % deformace při 4 kPa se pohybuje okolo 40 % až 60 %, zde dochází k optimálnímu pocitu, že osoba ulehá do pocitově měkkého materiálu, ale nezaboří se do něj celou vahou. Větší dosažená hodnota deformace způsobuje přílišné zaboření do skladby, naopak u příliš malé deformace může mít uživatel pocit vysoké tvrdosti skladby.

Při vyhodnocení skladeb s potahem, bylo zjištěno, že u metody vtlačení se dosáhlo nárůstu hodnot tlaku o 20 % až 50 % např. u TC 50 a ZMSTM. U metody stlačení nedošlo k nárůstu hodnot, bylo to způsobeno tvarem stlačovací čelisti, která na skladbu působila rovnoměrně v celé své ploše.

Je zajímavé, že při použití 3D pleteniny ve skladbě s velmi měkkým tvarovacím materiálem TC 50 došlo u metody stlačení ke zvýšení faktoru komfortu. Díky tomu, že je 3D pletenina tvrdší než pěna TC 50, došlo k prohození funkcí mezi kypřicím a tvarovacím materiálem, protože pořadí vrstev ve skladbě není metoda stlačení schopna vyhodnotit. Naproti tomu u metody vtlačení k nárůstu faktoru komfortu nedošlo, protože metoda lépe reaguje na pořadí skladeb.

Pokud bylo použito rouno jako kypřicí materiál, došlo u tvarovacího materiálu RE 80 k výraznému poklesu potřebného tlaku u metody vtlačení až o 70 % a naopak u skladby s TC 50 se nic nezměnilo. Zajímavostí bylo, že RE 80 při 25% deformaci se snížil potřebný tlak a tím došlo k nárůstu hodnoty faktoru komfortu.

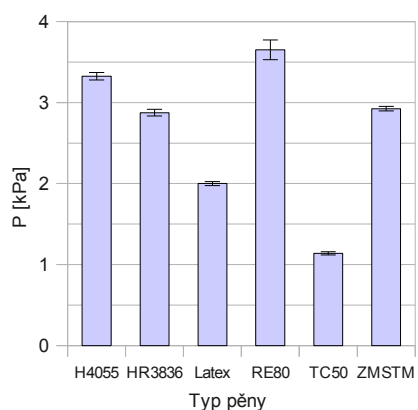
Při určení, zda vybrané metody napomohly k určení faktoru komfortu, můžeme říci, že u metody stlačení se jednotlivé vrstvy čalounické skladby příliš neprojevyly. Při metodě vtlačení docházelo z výrazným změnám hodnot potřebných při stanovených deformacích. Metoda vtlačení byla složitější na zpracování, ale po provedeném vyhodnocení může být řečeno, že více vypovídá o sestavených skladbách.

Většina zbývajících skladeb se chovala podobně. Po přidání potahu se u metody vtlačení zvýšil tlak potřebný pro deformaci, ale výsledný faktor komfortu to

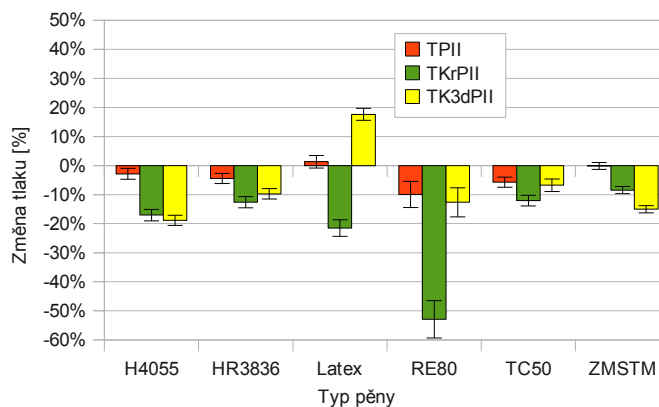
neovlivnilo. U skladeb, které využívaly kypřících materiálů došlo ke zvýšení faktoru komfortu, pokud byl použitý kypřící materiál měkčí než tvarovací. Ve většině případů byla deformace při tlaku 4 kPa okolo hodnoty 50 %. Skladby tedy při předpokládaném plném zatížení nebyly zbytečně probořeny (kromě skladeb s TC 50) a nebyly ani příliš tvrdé (kromě skladeb s RE 80).

V průběhu celého měření byl používán jeden vzorek tvarovacího materiálu. Pravidelným používáním docházelo ke změně potřebného tlaku při deformaci. Z tohoto důvodu mohlo dojít ke změnám v naměřených datech, neboť tvarovací materiál v průběhu měření degradoval.

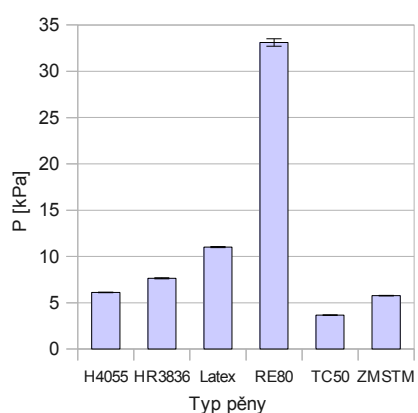
Na obrázcích 9.7 a 9.8 je možno vidět porovnání samostatných tvarovacích materiálů se skladbou. Skladba byla sestavena z podkladového, tvarovacího, kypřícího a potahového materiálu. Nejprve jsou porovnány změny tlaku potřebného pro 25% a 65% deformaci a následně jsou uvedeny hodnoty faktoru komfortu pro jednotlivé skladby.



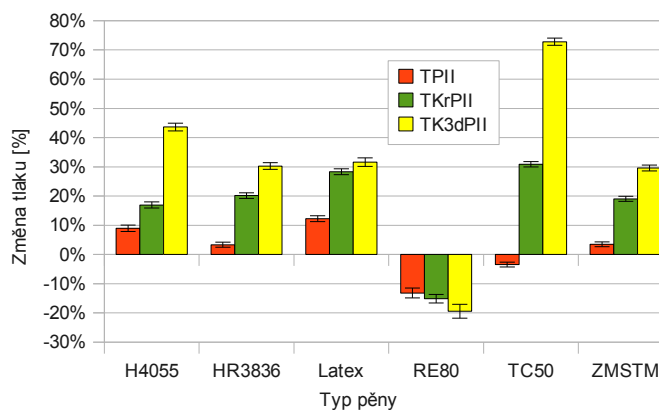
Stlačení: 25% deformace



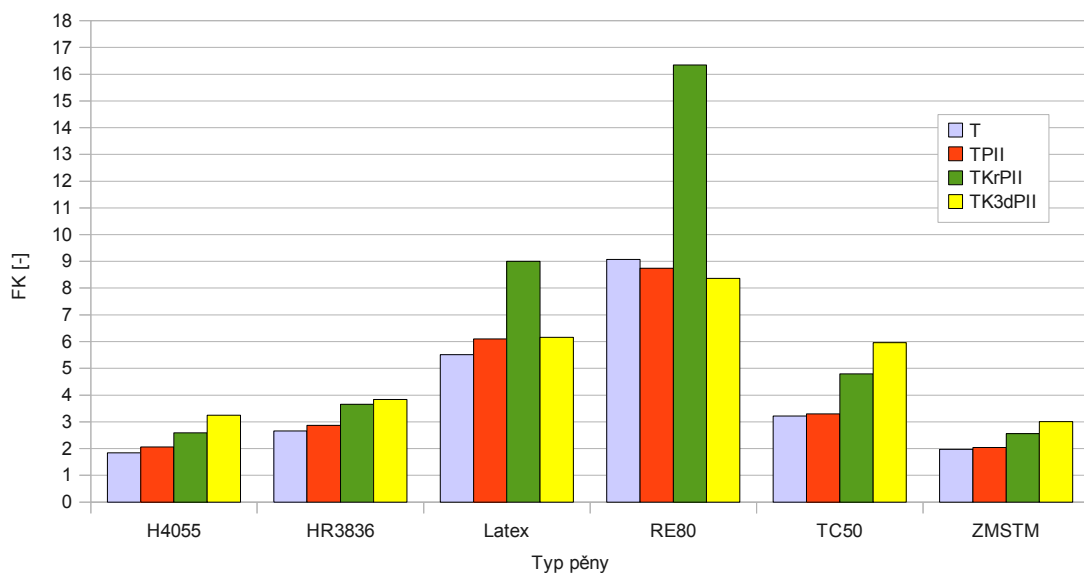
Relativní změna tlaku při 25% deformaci



Stlačení: 65% deformace



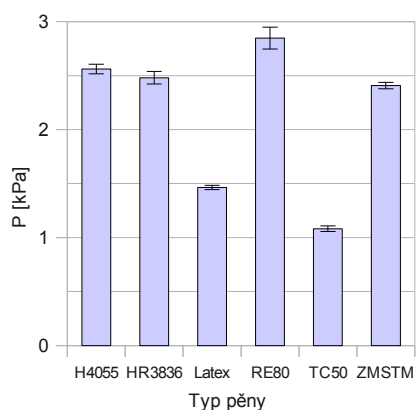
Relativní změna tlaku při 65% deformaci



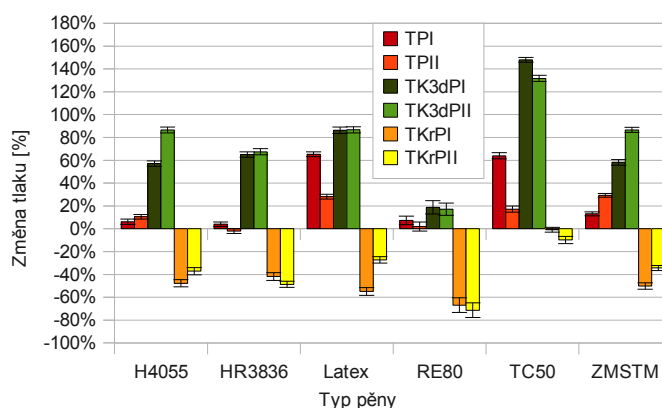
Faktor komfortu při stlačení

Obrázek 9.7: Vyhodnocení stlačení při 25% a 65% deformaci a vyhodnocení faktoru komfortu při stlačení

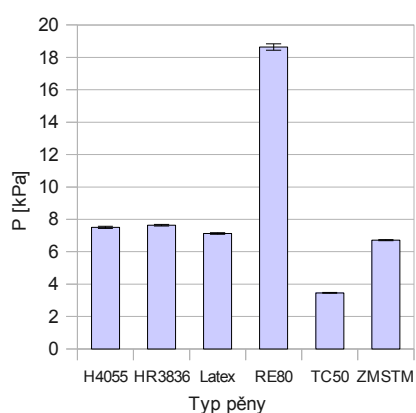




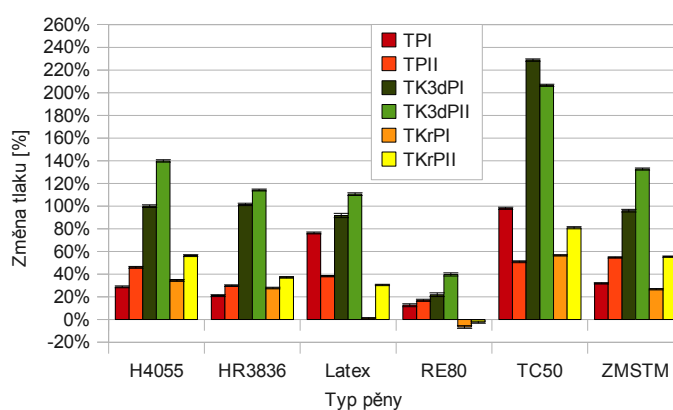
*Vtlačení: 25% deformace*



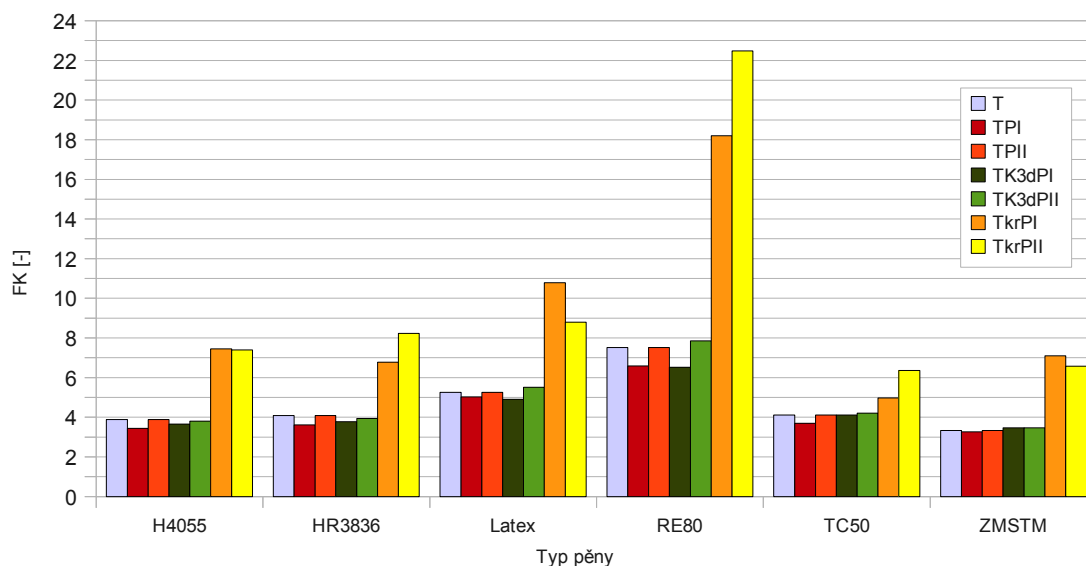
*Relativní změna tlaku při 25% deformaci*



*Vtlačení: 65% deformace*



*Relativní změna tlaku při 65% deformaci*



*Faktor komfortu při vtlačení*

*Obrázek 9.8: Vyhodnocení vtlačení při 25% a 65% deformaci a vyhodnocení faktoru komfortu při vtlačení.*

## 10 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zjistit vliv jednotlivých vrstev na celkové vlastnosti skladby u čalouněného nábytku. Byly vybrány materiály a složeny čalounické skladby. Skladby se lišily druhem vybraného materiálu, vybranými vrstvami a tloušťkou.

Pro zjištění vlivu vrstev na vlastnosti skladby byla sestavena vlastní metoda testování. Pomocí vlastní metody byly skladby testovány na odpor proti stlačení a vtlačení. Ukazatelem pro porovnání vlastností skladeb byl vybrán faktor komfortu, který byl vypočten jako podíl tlaků potřebných při 65% a 25% deformaci skladby. Dále se vyhodnocovala deformace, při které bylo dosaženo tlaku 4 kPa.

Testované skladby byly složeny z různých typů materiálů. Podkladovým materiálem byla deska vlastní výroby. Tvarovací materiál v podobě pěn poskytla firma Gumotex a.s.. Kypřicí materiály byly dvojího typu, distanční (3D) pletenina a rouno vlastní výroby, které bylo vyrobeno v poloprovozu na Technické univerzitě v Liberci. Potahový materiál u kterého byl proveden chemicko-textilní rozbor.

Celkové zhodnocení výsledků ukázalo, že získané hodnoty faktoru komfortu jsou pouze objektivně získaná čísla, která se nemusí shodovat se subjektivními pocity při užívání. Při použití potahu vzroste tlak potřebný pro deformaci čalounické skladby vtlačení a naopak při použití měkkého kypřicího materiálu tento tlak klesne.

Obecně lze říci, že pokud se vytvoří skladba z tvrdého tvarovacího materiálu s měkkým kypřicím materiálem, bude vždy dosaženo vysoké hodnoty faktoru komfortu. Vybraný ukazatel je tedy v této situaci zavádějící, protože i přes vysokou hodnotu faktoru komfortu bude skladba působit celkově tvrdě.

Použitá vlastní metoda lépe reaguje na vliv jednotlivých vrstev, pokud je použito vtlačení. U metody stlačení bylo naměřeno falešné zvýšení faktoru komfortu u některých skladeb. Při stlačení se totiž neprojevuje pořadí jednotlivých vrstev. Pokud je na povrchu tvrdý materiál a pod ním je materiál měkký, vyjde výsledný faktor komfortu vysoký. Dosáhlo se toho u skladby s tvarovacím materiálem TC 50, 3D pleteninou a potahem. Při usednutí na takovou skladbu ale bude nejprve působit tvrdě a po plném zatížení nebude mít požadovanou podporu. Toto je v rozporu s požadavkem, že faktor komfortu má vycházet vysoký u skladeb, které jsou na povrchu měkké, ale uvnitř tvrdší pro dosažení potřebné podpory při plném zatížení.

Do budoucna by bylo vhodné zvolit lepší ukazatel, který by lépe popsal vlastnosti skladby. Vlastní metoda při použití vtlačení reagovala na změny vrstev jednotlivých skladeb, ale ve faktoru komfortu se již tyto změny příliš neprojevily. Dalším doporučením pro testovací metody by bylo použití více vzorků tvarovacího materiálu, neboť dochází k degradaci materiálu při opětovném testování.

## 11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURA

- [1] ČSN 910015: *Nábytek. Čalouněný nábytek. Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 2 s.
- [2] KOŠKOVÁ, B. *Struktura a vlastnosti vláken*. 1. vydání. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1989. 316 s. ISBN 80-7083-018-2.
- [3] ČSN EN ISO 3386-1: *Měkké lehčené polymerní materiály - Stanovení odporu proti stlačení - Část 1: Nízkohustotní materiály*. Praha: Český normalizační institut, 1999. 8 s.
- [4] ČSN EN ISO 2439: *Měkké lehčené polymerní materiály - Stanovení tvrdosti vtláčováním*. Praha: Český normalizační institut, 1997. 7 s.
- [5] ROKYTA, R., KOLEKTIV. *Fyziologie pro bakalářská studia*. 2. přepracované vydání. Praha: ISV, 2008. 428 s. ISBN 80-86642-47-X.
- [6] KALÁB, M., OREL, M. *Základy anatomie a fyziologie pro studenty humanitních oborů I*. 1. vydání. Olomouc: Univerzity Palackého v Olomouci, 2009. 104 s. ISBN 978-80-244-2225-1.
- [7] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O. *Ergonomie - Optimalizace lidské činnosti*. 1. vydání. Praha: Grada, 2002. 240 s. ISBN 80-247-0226-6.
- [8] SLÁMA, O. *Obecná a školská ergonomie*. 1. vydání. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 1994. 81 s. ISBN 80-7067-411-3.
- [9] PROKOPOVÁ H., ŠTORK V. *Čalouněný nábytek*. 1. vydání. Brno: ERA, 2006. 137 s. ISBN 80-7366-053-9.
- [10] *Co je spánek a co se s námi během spánku děje?* [online]. [cit. 28.4.2010]. URL:<<http://www.raj-spanku.cz/index.php?nid=8074&lid=CZ&oid=1487092>>.
- [11] SMARDZEWSKI, J., MATWIEJ, L., GRABAC, I. *Anthropo-technical models in testing mattress*. 2005. Electronic journal of polish agricultural universities, Série 8, Číslo 3. ISSN 1505-0297.
- [12] MIKULA, J., MÜLLEROVÁ, N. *Prevence dekubitů*. 1. vydání. Praha: Grada, 2008. 96+8 stran bar. přílohy s. ISBN 978-80-247-2043-2.
- [13] *Čalounictví - kurz na Katedře hodnocení textilií Technické univerzity v Liberci* [online]. [cit. 15. 3. 2010]. URL:<<http://turbo.cdv.tul.cz/course/view.php?id=45>>.
- [14] NAVRÁTIL, V. *Čalúnenie, časť 1*. Dotisk. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1994. 71 s. ISBN 80-228-0252-2.
- [15] KOLEKTIV AUTORŮ.. *IN TOUCH - Information on - Flexible Polyurethane Foam*. Polyurethane Foam Association: únor 1991, Volume 1, Number 1. 8s.
- [16] *Přehled pěn* [online]. [cit. 5.5.2010]. URL:<<http://www.gumotex.cz/vyrobky/pro-automobily/prehled-pen/>>.
- [17] ČSN EN ISO 5084: *Zjišťování tloušťky textilií a netextilních výrobků*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 12 s.

- [18] KOLEKTIV AUTORŮ. *Lékařské textilie*. díl II. Praha: Asociace inovačního podnikání ČR, 2008. 248 s. ISBN .
- [19] *Směrnice EU 71/307/EEC*. : European Economic Community, 1971. 16 s.
- [20] *Dynamometr TIRATEST 2300* [online]. [cit. 15.6.2010].  
URL:<<http://www.ft.tul.cz/index.cgi?detail=9&fun=pristroje>>.
- [21] *Výpočet povrchu vrchlíku rotačního elipsoidu* [online]. [cit. 12.6.2010].  
URL:<<http://jaybee.cz/software/vypocet-povrchu-vrchliku-rotacniho-elipsoidu/>>.
- [22] *Zpracování experimentálních dat - Jednorozměrná data* [online]. [cit. 10. 5. 2010].  
URL:<[https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list\\_pre.cgi?predmet=40&skripta=69&pro=>](https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_pre.cgi?predmet=40&skripta=69&pro=>)>.

## **12 SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha 1: Technický výkres – Podkladový materiál - deska**

**Příloha 2: Technický výkres – Vrchlík rotačního elipsoidu**

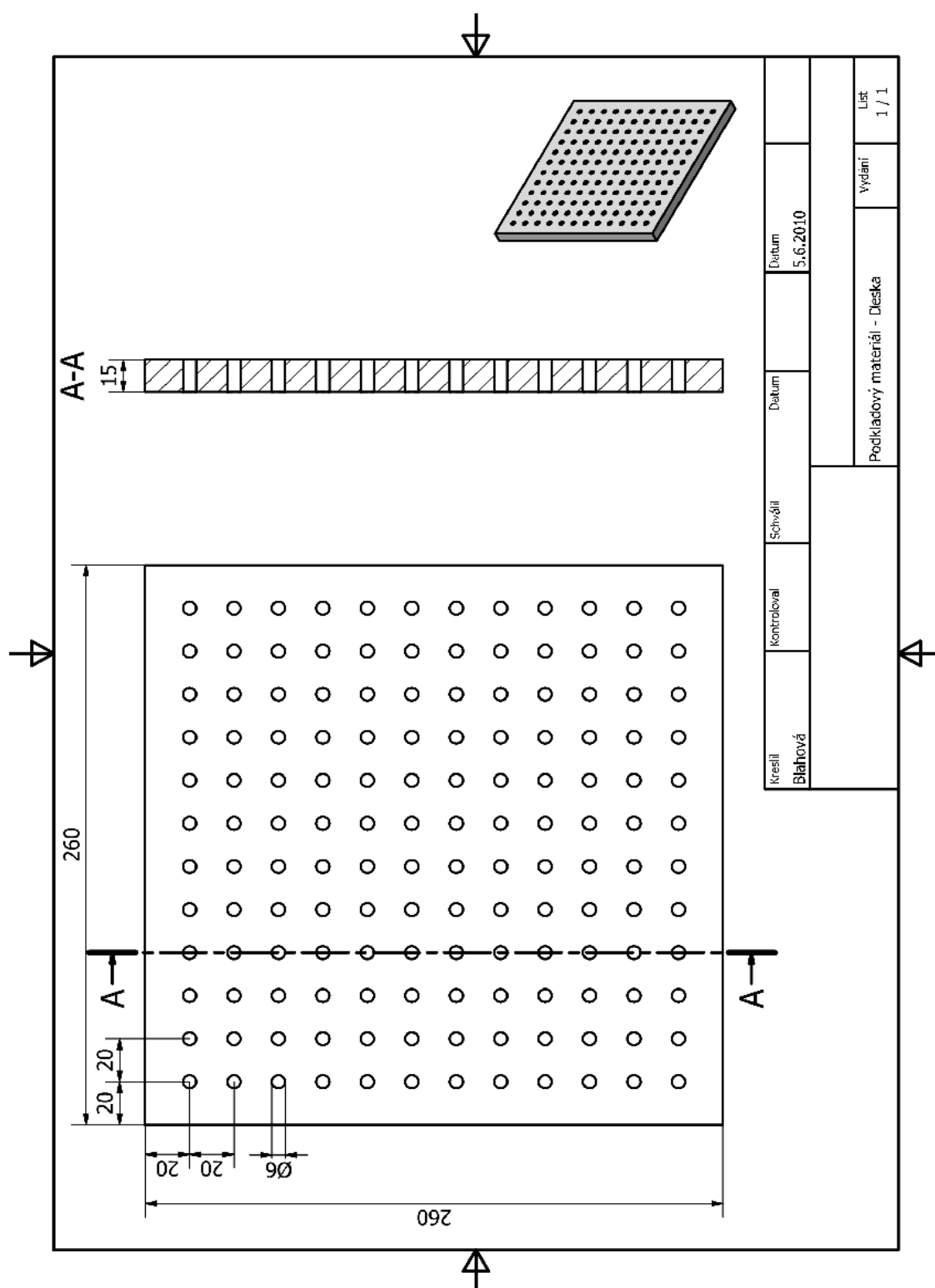
**Příloha 3: Rozbor vláknenných směsí**

**Příloha 4: Zkoušecí zařízení: Dynamometr TIRATEST 2300**

**Příloha 5: Tabulka hodnot testování stlačení a vtlačení**

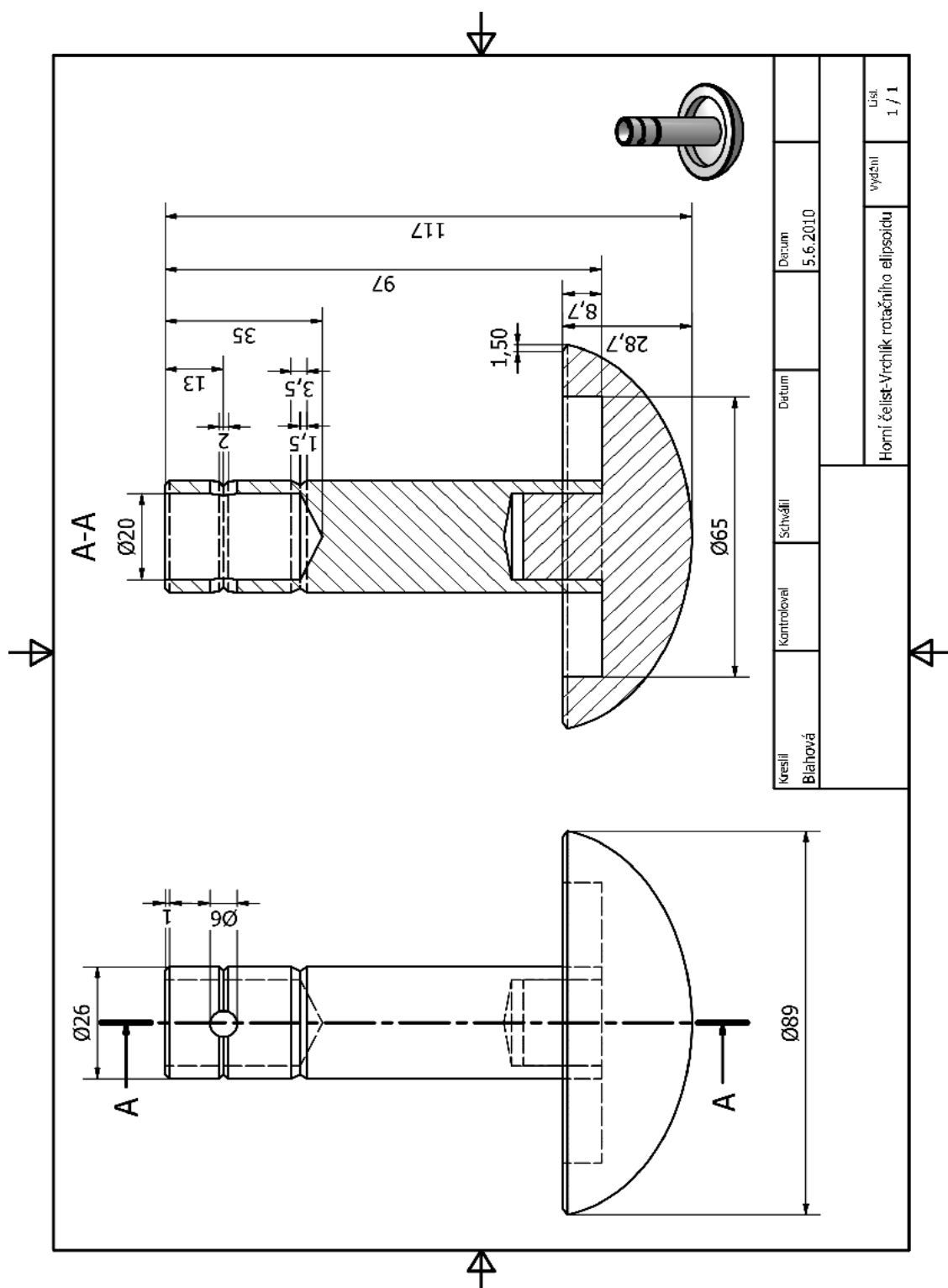
**Příloha 6: Obsah CD**

## Příloha 1



Obrázek 12.1: Technický výkres: Deska

## Příloha 2



Obrázek 12.2: Technický výkres: Horní čelist - Vrchlik rotačního elipsoidu

## **Příloha 3**

### **Rozbor vláknenných směsí**

Rozbor byl složen ze dvou částí:

A) **Kvalitativní analýza** – určení typu vláken ve směsi pod mikroskopem

*Úloha:* Určení kvalitativního složení typů vláken ve vzorku

*Postup:* Kvalitativními metodami byly určeny typy vláken v předloženém vzorku

– mikroskopická zkouška

B) **Kvantitativní analýza** – určení procentuálního množství jednotlivých vláken ve směsi

*Úloha:* Určení kvantitativního složení typu vláken ve vzorku. Jedná se o chemický způsob založený na selektivním rozpuštění jedné ze složek směsi. Ze zjištěné čisté a suché hmotnosti vzorku a nerozpuštěného zbytku se stanoví obsah jednotlivých složek.

*Postup:* Postupuje se podle vyhlášky č.93/1999Sb.

### **Experiment**

#### **1) První testovaný vzorek materiálu**

A) **Kvalitativní analýza směsi vláken**

Na prvním vzorku tkaniny byly pomocí mikroskopické metody zjištěny typy vláken. Byl připraven jeden preparát z osnovních nití a jeden z útkových nití. Preparáty se lišily nejen vzhledově, ale i složením. Pomocí mikroskopu bylo zjištěno, že osnovní nitě jsou složeny z *polyesteru* a útkové nitě z *viskózy a polyesteru*.

B) **Kvantitativní analýza směsi vláken**

Procentuální složení vzorku bylo zjištěno chemickým rozbořením, kdy byl jeden typ ze zjištěných vláken chemickou cestou rozpuštěn. Pro rozpuštění jednoho typu vlákna byla vybrána metoda podle vyhlášky č.93/1999Sb. Pro tento vzorek byla vybrána metoda č.7.

#### **Metoda č. 7 Stanovená celulózová vlákna a polyester (metoda s použitím 75 /hmot./ kyseliny sírové)**

Vzorek materiálu se usušil a zvážil. Celulózové vlákno se uvolnilo ze směsi kyselinou sírovou. Zbytek se propláchl, usušil a zvážil. Ze zjištěné hmotnosti byl vypočítán procentuální obsah nerozpuštěné složky v původní suché směsi. Procento suchého celulózového vlákna se vypočítalo z rozdílu.



*Postup:* Testovaný vzorek materiálu o hmotnosti 1g byl rozstříhán na malé části a v baňce smíchán s 200 ml 75% kyseliny sírové (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Vzorek byl v baňce po dobu 1 hodiny zahříván na 50 ± 5°C a v pravidelných 10 minutových intervalech ručně protřepáván. Po uplynutí stanovené doby, byl obsah baňky přefiltrován pomocí předem odváženého filtračního kelímku. Vzorek byl propláchnut malým množstvím kyseliny sírové, studenou vodou a 2krát zředěným roztokem čpavku a na závěr opět studenou vodou. Poté byl kelímek se vzorkem usušen a zvážen. Obsah čisté, suché a nerozpustné složky byl vypočítán podle vzorce:

$$P_1 = \frac{100 \cdot r \cdot d}{m}, \quad (18)$$

- P<sub>1</sub> je obsah čisté suché nerozpustné složky v %  
m suchá hmotnost vzorku po předběžné přípravě  
r suchá hmotnost zbytku  
d opravný koeficient pro ztrátu hmotnosti složky v činidle během analýzy

$$P_1 = \frac{100 \cdot 0,2 \cdot 1}{1}$$

- P<sub>1</sub> je obsah čisté suché nerozpustné složky v %  
m suchá hmotnost vzorku po předběžné přípravě 1 g  
r suchá hmotnost zbytku 0,2 g  
d opravný koeficient pro ztrátu hmotnosti složky v činidle během analýzy 1

Výpočtem bylo zjištěno, že předložený vzorek obsahoval 80 % viskóзовých vláken a 20 % polyesterových vláken.

## **2) Druhý testovaný vzorek materiálu**

### **A) Kvalitativní analýza směsi vláken**

Na druhém vzorku tkaniny byly pomocí mikroskopické metody zjištěny typy vláken. Byl připraven jeden preparát z osnovních nití a jeden z útkových nití. Preparáty se lišily nejen vzhledově, ale i složením. Pomocí mikroskopu bylo zjištěno, že osnovní nit byla složena z polyesteru a útková nit z viskózy + polyakrylonitrilu a výplňkové nitě ve směru útku z polyesteru a lnu.

### **B) Kvantitativní analýza směsi vláken**

Procentuální složení vzorku bylo zjištěno chemickým rozbořem, kdy byl jeden typ ze zjištěných vláken chemickou cestou rozpuštěn. Vzhledem k většímu počtu vláken obsažených ve vzorku, bylo provedeno několik chemicko-textilních rozborů. Pro rozpuštění jednoho typu vlákna byla vybrána metoda podle vyhlášky č.93/1999Sb.

#### **Metoda č. 7 Stanovená celulózová vlákna a polyester (metoda s použitím 75% /hmot./ kyseliny sírové)**

Vzorek materiálu se usušil a zvážil. Celulózové vlákno se uvolnilo ze směsi kyselinou sírovou. Zbytek se propláchl, usušil a zvážil. Ze zjištěné hmotnosti byl vypočítán procentuální obsah nerozpuštěné složky v původní suché směsi. Procento suchého celulózového vlákna se vypočítalo z rozdílu.

*Postup:* Testovaný vzorek materiálu o hmotnosti 1g byl rozstříhán na malé části a v baňce smíchán s 200 ml 75% kyseliny sírové ( $H_2SO_4$ ). Vzorek byl v baňce po dobu 1 hodiny zahříván na  $50 \pm 5^\circ C$  a v pravidelných 10 minutových intervalech ručně protřepáván. Po uplynutí stanovené doby, byl obsah baňky přefiltrován pomocí předem odváženého filtračního kelímku. Vzorek byl propláchnut malým množstvím kyseliny sírové, studenou vodou a 2krát zředěným roztokem čpavku a na závěr opět studenou vodou. Poté byl kelímek se vzorkem usušen a zvážen. Obsah čisté, suché a nerozpustné složky byl vypočítán podle vzorce 18:

$$P_1 = \frac{100 \cdot 0,8 \cdot 1}{1}$$

- |       |  |
|-------|--|
| $P_1$ | je obsah čisté suché nerozpustné složky v %                              |
| $m$   | suchá hmotnost vzorku po předběžné přípravě 1 g                          |
| $r$   | suchá hmotnost zbytku 0,8 g  |
| $d$   | opravný koeficient pro ztrátu hmotnosti složky v činidle během analýzy 1 |

Výpočtem bylo zjištěno, že předložený vzorek obsahoval 20 % viskózových a lněných vláken a 80 % polyesterových a polyakrylových vláken.

**Metoda č. 8 Akrylová, stanovená modakrylová nebo stanovená chlorovlákná a jiná stanovená vlákna (metoda s dimethylformamidem)**

Vzorek materiálu se usušil a zvážil. Polyakrylová vlákna se uvolnila ze směsi pomocí dimethylformamidu zahřátého ve vroucí vodní lázni. Zbytek se propláchl, usušil a zvážil. Ze zjištěné hmotnosti byl vypočítán procentuální obsah nerozpuštěné složky v původní suché směsi. Procento suchých akrylových, modakrylových nebo chlorovláken se vypočítalo z rozdílu.

*Postup:* Testovaný vzorek materiálu o hmotnosti 1g byl rozstříhán na malé části a v baňce smíchán se 80 ml dimethylformamidu zahřátého ve vroucí vodní lázni. Vzorek byl v baňce po dobu 1 hodiny zahříván ve vroucí vodní lázni. Během této doby byl obsah baňky 5krát promíchán. Po uplynutí stanovené doby, byl obsah baňky přefiltrován pomocí předem odváženého filtračního kelímku. Do baňky se přidalo dalších 60 ml dimethylformamidu a zahříváno se dalších 30 minut. Během této doby se obsah baňky 2krát ručně protřepal. Poté se obsah baňky přefiltroval odsátím pomocí filtračního kelímku. Zbytek vláken se vypláchl do kelímku vymytím baňky dimethylformamidem. Zbytek se propláchl 1 litrem horké vody a o teplotě 70°C. Voda se nechala nejprve samovolně protéct a poté se krátce kelímek odsál. Poté byl kelímek se vzorkem usušen a zvážen. Poté byl kelímek se vzorkem usušen a zvážen. Obsah čisté, suché a nerozpustné složky byl vypočítán podle vzorce 18:

$$P_1 = \frac{100 \cdot 0,4 \cdot 1}{1}$$

- $P_1$  je obsah čisté suché nerozpustné složky v %  
 $m$  suchá hmotnost vzorku po předběžné přípravě 1 g  
 $r$  suchá hmotnost zbytku 0,4 g  
 $d$  opravný koeficient pro ztrátu hmotnosti složky v činidle během analýzy 1

Výpočtem bylo zjištěno že vzorek obsahoval 60 % polyakrylových vláken a 40 % polyesterových, viskózových a lněných vláken.

**Metoda č. 3 Viskóza, měďnatá vlákna nebo stanovené typy modalových vláken a bavlna (metoda s použitím kyseliny mravenčí a chloridu zinečnatého)**

Vzorek materiálu se usušil a zvážil. Lněná vlákna se uvolnila ze směsi pomocí činidla složeného z kyseliny mravenčí a chloridu zinečnatého. Zbytek se propláchl, usušil a zvážil. Ze zjištěné hmotnosti byl vypočítán procentuální obsah nerozpuštěné složky v původní suché směsi. Procento lněných vláken se vypočítalo z rozdílu.

*Postup:* Do předem zahřáté baňky na 40°C, byl vložen materiál o hmotnosti 1g. Materiál byl rozstříhán na malé části a přidáno 100 ml roztoku chloridu zinečnatého v kyselině mravenčí, který byl předem zahřán na 40°C. Vzorek byl v baňce po dobu 2,5 hodiny zahříván na 40°C a promícháván v hodinových intervalech. Po uplynutí stanovené doby, byl obsah baňky přefiltrován pomocí předem odváženého filtračního kelímku. Vzorek byl propláchnut pomocí 20 ml činidla. Kelímek a zbytek byl promyt důkladně vodou o teplotě 40°C. Vláknina byla promyta 100 ml studeného roztoku čpavku. Vzorek zůstal po dobu 10 minut ponořen v roztoku čpavku a po uplynutí této doby, byl propláchnut čistou vodou. Voda se nechala samovolně protéct, neodsávalo se. Poté byl kelímek se vzorkem usušen a zvážen. Obsah čisté, suché a nerozpustné složky byl vypočítán podle vzorce 18:

$$P_1 = \frac{100 \cdot 0,95 \cdot 1}{1}$$

- $P_1$  je obsah čisté suché nerozpustné složky v %  
 $m$  suchá hmotnost vzorku po předběžné přípravě 1 g  
 $r$  suchá hmotnost zbytku 0,95 g  
 $d$  opravný koeficient pro ztrátu hmotnosti složky v činidle během analýzy 1

Výpočtem bylo zjištěno, že vzorek obsahoval 5 % lněných vláken a 95 % polyakrylonitrylových, polyesterových a viskózových vláken.

Na závěr sečtením jednotlivého procentuálního zastoupení vypočítáno množství polyesterových vláken v testovaném vzorku. Jednotlivé hodnoty byly dosazeny do vzorce:

$$PL = 100 - (PC + VI + LI)$$

- $PL$  množství polyesterových vláken v %  
 $PC$  zjištěné množství polyakrylových vláken v %  
 $VI$  zjištěné množství viskózových vláken v %  
 $LI$  zjištěné množství lněných vláken v %

$$PL = 100 - (60 + 15 + 5)$$

Výpočtem bylo zjištěno, že vzorek obsahoval 20 % polyesterových vláken.

## Příloha 4



*Obrázek 12.3: Zkoušecí zařízení: Dynamometr TIRATEST 2300: a) celý přístroj, b) pracovní část a čelisti při stlačení, c) pracovní část a čelisti při vtlačení*

## Příloha 5

Tabulka 11: Hodnoty stlačení a potahu II

Hodnoty: Stlačení a potahu II							
Skladba		H 4055	HR 3836	Latex	RE 80	TC 50	ZMSTM
TP <sub>II</sub>	$P_{25}$ [Pa]	3231±67	2747±47	2028±35	2590±133	1074±19	2921±37
	$P_{65}$ [Pa]	6656±67	7891±53	12366±85	14303±317	3539±25	5966±43
	<b>FK</b>	<b>2,06</b>	<b>2,87</b>	<b>6,1</b>	<b>5,52</b>	<b>3,3</b>	<b>2,04</b>
	<b>4 kPa</b> [%]	44	51	47	31	71	54
TK <sub>3D</sub> P <sub>II</sub>	$P_{25}$ [Pa]	2700±53	2595±47	2354±41	2491±142	1062±23	2485±33
	$P_{65}$ [Pa]	8770±108	9946±91	14502±157	12244±389	6333±70	7468±67
	<b>FK</b>	<b>2,68</b>	<b>3,07</b>	<b>6,16</b>	<b>4,92</b>	<b>5,96</b>	<b>3</b>
	<b>4 kPa</b> [%]	45	46	41	32	59	50
TK <sub>r</sub> P <sub>II</sub>	$P_{25}$ [Pa]	2760±62	2512±50	1570±33	1021±89	1002±19	2677±35
	$P_{65}$ [Pa]	7141±70	9174±69	14139±103	13661±266	4797±40	6862±52
	<b>FK</b>	<b>2,11</b>	<b>3,65</b>	<b>9</b>	<b>13,38</b>	<b>4,79</b>	<b>2,56</b>
	<b>4 kPa</b> [%]	48	50	48	38	65	53
T	$P_{25}$ [Pa]	3326±45	2875±41	2001±24	3651±121	1139±19	2925±27
	$P_{65}$ [Pa]	6106±34	7635±52	11017±59	33113±396	3665±27	5764±26
	<b>FK</b>	<b>1,84</b>	<b>2,66</b>	<b>5,51</b>	<b>9,07</b>	<b>3,22</b>	<b>1,97</b>
	<b>4 kPa</b> [%]	50	46	43	27	67	53

*Tabulka 12: Hodnoty stlačení kypřícího materiálu*

<b>Hodnoty: Stlačení kypřícího materiálu</b>		
<b>Kypřící materiál</b>	<b>3D</b>	<b>Rouno</b>
<b><math>P_{25}</math></b> [Pa]	3255±180	145±6
<b><math>P_{65}</math></b> [Pa]	11774±430	1475±14
<b><math>FK</math></b> [-]	3,62	10,17
<b>4 kPa</b> [%]	32	-

*Tabulka 13: Hodnoty vtlačení kypřícího materiálu*

<b>Hodnoty: Vtlačení kypřícího materiálu</b>		
<b>Kypřící materiál</b>	<b>3D</b>	<b>Rouno</b>
<b><math>P_{25}</math></b> [Pa]	4248±285	246±14
<b><math>P_{65}</math></b> [Pa]	18190±543	1277±15
<b><math>FK</math></b> [-]	4,28	5,2
<b>4 kPa</b> [%]	24	-

Tabulka 14: Hodnoty vlačení a potahu I

Hodnoty: Vtlačení a potahu I							
Skladba		H 4055	HR 3836	Latex	RE 80	TC 50	ZMSTM
T	$P_{25}$ [Pa]	2952±57	2627±50	1620±28	3754±149	1028±22	2651±46
	$P_{65}$ [Pa]	8304±78	8173±66	7560±71	23312±376	3089±22	7421±63
	$FK$	2,81	3,11	4,67	6,21	3	2,8
	$4\text{ kPa}$ [%]	36	39	49	27	72	40
TP <sub>I</sub>	$P_{25}$ [Pa]	3032±71	2693±52	2615±55	3784±142	1707±46	2929±49
	$P_{65}$ [Pa]	10440±97	9736±70	13133±106	24941±337	6301±57	9553±65
	$FK$	3,44	3,62	5,02	6,59	3,69	3,26
	$4\text{ kPa}$ [%]	33	36	37	26	54	35
TK <sub>3D</sub> P <sub>I</sub>	$P_{25}$ [Pa]	4333±102	4213±101	2873±79	3921±227	2616±57	4002±97
	$P_{65}$ [Pa]	15804±181	15927±176	14073±259	25570±443	10762±115	13849±159
	$FK$	3,65	3,78	4,9	6,52	4,11	3,46
	$4\text{ kPa}$ [%]	24	24	32	26	39	25
TK <sub>r</sub> P <sub>I</sub>	$P_{25}$ [Pa]	1389±44	1464±50	677±22	1016±66	1060±22	1232±34
	$P_{65}$ [Pa]	10358±88	9921±72	7309±43	18493±223	5272±33	8737±50
	$FK$	7,46	6,78	10,79	18,2	4,97	7,09
	$4\text{ kPa}$ [%]	41	42	52	40	57	44



*Tabulka 15: Hodnoty vlačení a potahu II*

<b>Hodnoty: Vlačení a potahu II</b>							
<b>Skladba</b>		<b>H 4055</b>	<b>HR 3836</b>	<b>Latex</b>	<b>RE 80</b>	<b>TC 50</b>	<b>ZMSTM</b>
<b>TP<sub>II</sub></b>	<b><math>P_{25}</math></b> [Pa]	2779±56	2417±50	1847±38	2842±114	1253±33	3084±50
	<b><math>P_{65}</math></b> [Pa]	10805±87	9860±61	9709±58	21365±204	5145±44	10273±58
	<b><math>FK</math></b>	3,89	4,08	5,26	7,52	4,11	3,33
	<b><math>4\text{ kPa}</math></b> [%]	34	37	43	31	58	32
<b>TK<sub>3D</sub>P<sub>II</sub></b>	<b><math>P_{25}</math></b> [Pa]	4601±119	4107±107	2648±71	3188±174	2448±68	4404±96
	<b><math>P_{65}</math></b> [Pa]	17494±182	16166±130	14596±169	25035±348	10297±92	15269±135
	<b><math>FK</math></b>	3,8	3,94	5,51	7,85	4,21	3,47
	<b><math>4\text{ kPa}</math></b> [%]	22	25	33	28	38	24
<b>TK<sub>r</sub>P<sub>II</sub></b>	<b><math>P_{25}</math></b> [Pa]	1521±49	1251±34	1016±29	763±49	941±30	1534±33
	<b><math>P_{65}</math></b> [Pa]	11245±93	10299±67	8928±47	17147±149	5988±49	10088 ±57
	<b><math>FK</math></b>	7,4	8,23	8,79	22,47	6,36	6,58
	<b><math>4\text{ kPa}</math></b> [%]	39	41	47	41	54	40

**Obsah CD**

Naměřená data

Program pro zpracování dat v matlabu

Diplomová práce v PDF